

ЛЕТОПИСЬ ОТКРЫТИЙ И СВЕРШЕНИЙ. МЕМУАРЫ

**БОРИС ЯКОВЛЕВИЧ ФЕЛЬДМАН**

**ОТ КАЛЬКУЛЯТОРА  
К СУПЕРКОМПЬЮТЕРУ**

Записки разработчика

Москва  
Издательство «РТСофт»  
2014



УДК 004.3(091)  
ББК 32.973.26г.  
Ф39

**Фельдман Б.Я.**

Ф39 От калькулятора к суперкомпьютеру. Записки разработчика – М.: Издательство «РТСофт», 2014. – 400 с.

ISBN 978-5-903545-26-1

Предлагаемая книга – это динамичный рассказ о 30-летней жизни небольшого талантливого коллектива Института электронных управляющих машин, достижения которого дважды выводили страну на мировой уровень. Она охватывает широкий круг как известных, так и практически неизвестных вопросов истории отечественной вычислительной техники, содержит много уникальных документов.

Автор рассказывает о стратегии разработок, о поиске новых решений, уделяя внимание анализу ошибок. Принятый принцип «Заводу (партнеру) всегда тяжелее» при кажущейся простоте позволил организовать неформальное взаимодействие работников разных организаций, порой без плана и денег... Понимание массового производства стало определяющим как при создании клавишных машин «Искра-12» и «Искра-111т», мини-ЭВМ СМ-3, так и при разработке Спецпроцессора Фурье. СПФ СМ обеспечил оперативную обработку данных, передаваемых ежедневно в течение восьми месяцев искусственными спутниками «Венера-15» и «Венера-16», что дало возможность построить первую детальную карту северного региона Венеры, опередив на шесть лет США.

Многолетний опыт позволил автору высказать свое особое мнение о проблеме копирования, о надежности ЭВМ и проблемах отрасли.

Автор с большой любовью рассказывает о своих сотрудниках и о тех, кто вместе с ним работал или помогал: орловчанах, зеленоградцах, фрязинцах, павловопосадцах, северодончанах, курынах, ленинградцах, киевлянах и москвичках.

Книга читается с интересом, временами напоминая детектив. Она может быть полезна специалистам, студентам, всем, кто интересуется историей техники, а также работникам Start-up-компаний, поскольку жесткие условия работы, описанные в ней, похожи на те, с которыми приходится сталкиваться разработчикам и сегодня.

Первая страница обложки

Слева внизу: «Искра-111т» в цеху

Справа сверху: СПФ СМ

Справа – фотокарта Венеры, район гор Максвелла [110],

съемка: «Венера-16» 12.01.84 – 25.01.84, ИРЭ АН СССР

**УДК 004.3(091)**  
**ББК 32.973.26г.**

ISBN 978-5-903545-26-1

© Фельдман Б.Я., 2014

© Издательство «РТСофт», 2014

*Издано при финансовой поддержке Федерального агентства  
по печати и массовым коммуникациям в рамках Федеральной  
целевой программы «Культура России»*

## Время собирать камни...

Предлагаемая читателю книга – это пронзительно откровенный рассказ о тридцати годах жизни небольшой группы талантливых разработчиков вычислительной техники Института электронных управляющих машин. Ее автор – лауреат Государственной премии СССР, заслуженный изобретатель России Борис Яковлевич Фельдман через призму работ своего коллектива представляет практически целую эпоху развития вычислительной техники в нашей стране: переход от единичных моделей середины пятидесятых к массовым ЭВМ.

Эта книга о замечательных людях, об их самоотверженности, о борьбе, достижениях и неудачах. О том, как успешная разработка завершилась... ликвидацией коллектива, как ведомственные интересы и амбиции подчас определяли стратегию развития техники.

Автор рассказывает об использовании опыта создания клавишных машин при разработке мощного спецпроцессора СПФ СМ и стремится показать, что «потребность и технология идут рука об руку» и вычислительная техника едина от клавишных машин до суперсистем.

Читателю, безусловно, будет интересно мнение (именно!) опытного разработчика о том, что копирование семидесятых-восемидесятых явилось результатом кризиса отечественной компьютерной мысли, о том, настолько ли неожиданным был бум и могла ли появиться у нас (как заявляли некоторые) лучшая в мире персоналка...

***Потребность предсказывала будущее!***

***Нужно было только услышать ее голос.***

Поражаешься условиям, в которых велись необходимые для страны работы, и тому, как отдельные руководители боролись против продолжения успешных работ. Разработчики дважды достигали результатов мирового уровня (при создании ЭКВМ и СПФ СМ), и каждый раз их останавливали – реорганизация или расформирование... К сожалению, ликвидация коллектива, способного создавать хорошие и надежные машины, лишила потребителя крайне необходимых отечественных машин, а несколько заводов – перспективной продукции.

Трогает уважение и теплота, с которыми автор относится и к своим сотрудникам, и к работникам заводов. Он показывает, как самоотвержен-

ность рядовых работников позволяла исправлять почти безнадежную ситуацию, созданную высокими руководителями. Это было особенно заметно при разработке СПФ СМ, обеспечившего создание карты северного региона Венеры, что до сих пор является лучшим результатом отечественной планетарной космонавтики.

«Для меня коллектив разработчиков напоминает сердце. Интерес к работе и понимание задач заставляют его работать...» – так пишет Борис Яковлевич о своем замечательном коллективе, и читатель, конечно, услышит биение этого сердца. Важность работ, понимание интересов заводов, принцип «Заводу всегда тяжелее» позволяли организовать неформальное взаимодействие работников разных организаций и добиваться успешного результата. Проблеме создания эффективной команды разработчиков на Западе посвящено множество исследований.

Книга хорошо написана, читается на одном дыхании, напоминая временами остросюжетный детектив. Многие оценки и рекомендации сохраняют свое значение и сегодня. Борис Яковлевич Фельдман приглашает читателя к размышлению, и его книга своего рода мостик между прошлым и будущим. Надеемся, она будет интересна и полезна разработчикам, руководителям, студентам, а также всем, кто интересуется историей вычислительной техники.

*От редакции*

*Пусть эта книга будет глубокой благодарностью,  
правда, может, несколько запоздалой,  
Тем, кто вместе со мной добросовестно работал,  
не ожидая награды.*

*Тем, кто помогал мне на разных этапах работы.*

*И тем, кто не только помогал, но и терпел меня, –  
моей жене Леночке, родителям, детям.*

*И если некоторые не дождались этой книги,  
то я надеюсь, что ее будет приятно прочитать  
их родным как память.*



## От автора

За последние семьдесят лет в мире произошел целый ряд технических революций. Эра компьютеризации и информатики одарила человека множеством ярких решений и технологических возможностей, высоким динамизмом развития и степенью проникновения в повседневную жизнь.

В прессе появилось много материалов, посвященных истории развития отечественной вычислительной техники. Одни авторы стараются правдиво рассказать об этих годах. Другие считают, что все сделанное есть результат успешной работы руководителей. Третьи ищут виновных, пытаясь объяснить тяжелое положение компьютерной отрасли.

Я преклоняюсь перед А.И. Китовым, И.С. Бруком, И.А. Полетаевым, А.А. Ляпуновым и др., перед теми, кто, рискуя собой, пробивал в нашей стране дорогу кибернетике и вычислительной технике. Мне понравилась работа Б.Н. Малиновского [2], в которой не только рассказано о первопроходцах – С.А. Лебедеву, И.С. Бруке, В.М. Глушкове, М.А. Карцеве, Б.И. Рамееву и др., но и отдана дань рядовым разработчикам. Герои этой книги руководили крупными институтами и пользовались серьезной поддержкой в правительственных структурах и научном сообществе.

Я преклоняюсь перед пионерами-разработчиками. Мне понятны проблемы, сопутствующие новым разработкам. Нелегко выбрать правильное направление или разумно отступить и отказаться от сделанного... Такая работа сродни искусству. Но крупные институты во многом оставались изолированными и не очень способствовали развитию работ в других организациях. Следом за пионерами пришло новое поколение. Я принадлежу к этому поколению и хочу рассказать о работах, выполненных нашим небольшим (всего один процент от численности института) коллективом в московском Институте электронных управляющих машин имени И.С. Брука (ИНЭУМ).

Нами был создан проект Ряда электронных клавишных вычислительных машин (ЭКВМ) [3], первые в стране крупносерийные ЭКВМ («Искра-12» и «Искра-22», «Луч», «Искра-11м»), первая микроэлектронная ЭКВМ «Союз-12» и первая массовая микроэлектронная машина

«Искра-111т». Эти модели составляли основу отечественного парка ЭКВМ в 1970–1977 годах. наших машин и их модификаций, созданных разными организациями, было выпущено более миллиона.

Разработка Ряда ЭКВМ подсказала (1967 год) определяющее значение массовой потребности в электронных клавишных машинах (калькуляторах) как «двигателя» развития микроэлектроники [4]. Подобная стратегия была успешно использована в Японии для развития ее компьютерной отрасли [5].

Среди наших работ: головная модель семейства СМ ЭВМ, мини-ЭВМ СМ-3, первый коммуникационный спецпроцессор в семействе СМ ЭВМ – «Переключатель общей шины» СМ-4501 и высокопроизводительный Спецпроцессор для выполнения быстрого преобразования Фурье и обработки сигналов (СПФ СМ). Вычислительный комплекс для обработки сигналов, построенный на базе Спецпроцессора СПФ СМ, выполнил обработку данных, передаваемых межпланетными станциями «Венера-15» и «Венера-16» ежедневно в течение восьмимесячного эксперимента. Вся обработка выполнялась в режиме реального времени и позволила построить карту северного региона планеты Венера с существенно лучшим разрешением, чем было достигнуто ранее американской станцией «Пионер». Этот результат мирового значения оставался непревзойденным в течение шести лет до полета американского «Магеллана».

Мы были, наверное, единственными, прошедшими в вычислительной технике путь «снизу»: от калькуляторов (ЭКВМ) до суперкомпьютера, а СПФ СМ по производительности вполне соответствовал суперкомпьютерам того времени. Особенности проектирования массовой продукции положительно влияли на наши разработки. Мы стремились к созданию изделий, имеющих «дружественный» интерфейс по отношению и к потребителю, и к производителю. Поэтому у нас не было серьезных проблем ни с заводами, ни с потребителями.

Я постарался рассказать не только о результатах этих работ, но и о процессе поиска новых решений, об удачах и ошибках, о том, что не получилось и по каким причинам. Анализ ошибок, своеобразный «разбор полетов», требующий использования сослагательного наклонения, может оказаться даже более полезным, чем петиция об успехах.

Я считал своим долгом руководителя рассказать о людях, с которыми работал, о своих сотрудниках и о партнерах, чьим самоотверженным трудом создавались эти машины. О тех, кто работал вместе с нами или



помогал нам. Как и о тех, кто только представлял результаты во внешнем мире («озвучивал»), когда все уже было сделано.

Условия нашей работы были далеко не комфортными. Была и конкуренция, и внешний прессинг, и ограниченность ресурсов, и влияние резких изменений в окружающем нас мире, и борьба за существование. Но я не считаю, что нам было тяжелее, чем другим.

Я благодарен своим сотрудникам – и тем, кто работал со мной до конца, и тем, кто решил уйти раньше. Отношение к нам со стороны руководства института лишало их перспективы. Но я не помню, чтобы кто-нибудь оставлял нас в критические моменты. Мы расставались, когда работа или значительная часть ее были выполнены, поддерживая дружеские отношения в дальнейшем... Конечно, это было тяжело, но все-таки не смертельно.

Мои претензии к руководству не носят личного характера. Оно отвечало за все ошибки и провалы в руководимых ими коллективах, как и я в своем подразделении. Но их ошибки были серьезнее. Развитие работ, начатых или задуманных нами, могло стать опорой не только института, но и всей отрасли после перехода страны к рыночной экономике.

Мне хотелось также рассказать о нелегком, но очень интересном труде разработчиков. Они составляют совершенно особую группу специалистов наряду с учеными, преподавателями и производителями. Кредо разработчиков можно выразить, перефразировав известную молитву:

*Нужна сила,  
чтобы сделать по-новому то, что нужно сделать или изменить,  
Нужно мужество,  
чтобы признать, что есть то, что ты не в силах изменить, и  
Нужна мудрость,  
чтобы не перепутать одно с другим.*

И мне хотелось донести до читателя, что главное – это делать качественные вещи и что

**пользователь хорошей вещи всегда консервативен.**

Я надеюсь, что эта книга позволит лучше понять некоторые моменты истории освоения информационных технологий и поможет строить новую стратегию, заставит поверить в то, что даже, казалось бы, в незна-

дежных ситуациях ясная и серьезная цель и добросовестность, желание и профессионализм могут принести большую пользу.

Техника очень быстро идет вперед, многие проблемы воспринимаются молодым поколением как давно прошедшее. Некоторые замечания в книге, даже написанной восемь лет назад, сегодня покажутся наивными, ведь мир бежит от десятков петафлопсов к эксафлопсам, а карманные компьютеры и планшеты перекрыли рекорды нашего времени, но...

Анализ ситуаций, выбор и оценка решений, особенности взаимоотношений людей могут пригодиться в будущем. Человеческая сущность меняется медленнее, чем развиваются наука и производство.

Я считал возможным рассказать, как мы искали свой путь, высказать свое мнение о копировании иностранной вычислительной техники и истории развития персональных машин, а также о некоторых других проблемах отечественной техники.

---

Выражаю искреннюю благодарность всем, кто оказал мне помощь в подготовке этой книги или предоставил отдельные материалы: астрофизику Г. Бескину, потратившему много сил, чтобы появился первый вариант книги; моему сыну М. Фельдману и членам нашего коллектива – В. Громову, Н. Сосиной, Б. Панферову, сделавшим ряд серьезных замечаний, В. Козмидиади и И. Шойхетману за помощь и советы; С. Фролову – организатору прекрасного сайта «Музей истории калькуляторов» [6]; профессору В. Тыминскому за постоянную поддержку; В. Веригину за материал по надежности; Издательству «РТСофт» и лично Ольге Викторовне Синенко, генеральному директору группы компаний «РТСофт», за предоставленную возможность издать книгу в Москве.

Комментарии приведены в конце книги с разбивкой по главам. Ссылки на комментарии обозначены в тексте верхним индексом. За годы, прошедшие с момента первого издания, отдельные сайты изменили свое содержание или просто исчезли, но я сохранил на них ссылки. В скобках указывается год публикации (например, [34 (1986)]).

## О моих родителях

Сначала я скажу несколько слов о моих любимых родителях, которым бесконечно признателен. Им было гораздо труднее, чем мне.

Мой отец, Яков-Лейзер Григорьевич Фельдман, родился в конце позапрошлого века. Он окончил Киевский технологический институт и начал работать технологом кожевенного производства. Но вскоре, заочно окончив МИСИ, с середины тридцатых годов стал строителем.

Родителям пришлось много поездить по стране, переезжая от стройки к стройке. В начале тридцатых отец получил жилплощадь в Москве, где обитали постоянно только мама и я.

Моя мама, Тамара Мейлаховна, мечтала стать пианисткой. Она училась в Киеве у Г.Г. Нейгауза и, как говорили знакомые, была одной из его любимых учениц. Папа был прекрасным скрипачом, но его игру удавалось услышать очень редко, может быть, раз в несколько лет. Длительные поездки по стройкам, а затем мое рождение и переезд в Москву прервали все музыкальные занятия. Мама неплохо рисовала и после окончания курсов стала работать чертежником-конструктором.

Во время войны отец строил укрепления под Москвой. Мы с мамой уехали в эвакуацию, проделав вдвоем большой путь вместе с предприятием, на котором перед войной работал отец. Почти всю войну мы прожили в Семипалатинске. Широкие улицы, редкие одноэтажные дома и песок, песок, песок и ветер, лишь иногда тоненькие деревца. Приняли нас хорошо. Спасибо хозяевам. Я учился в школе. Ребята относились нормально. Мама работала на разгрузке кож. Подноска, погрузка и разгрузка вагонов. Время было такое. Национальностью на улицах никто не интересовался, но в устах некоторых слово «москвич» было ругательством.



*Мои родители*

Сколько лет прошло, а я до сих пор слежу с болью за тяжелой судьбой этого региона. В душе возникает щемящее чувство, когда слышу о разразившейся там экологической катастрофе<sup>1</sup>.

Приближался конец войны, и мы с мамой вернулись в Москву. Она все больше и больше времени посвящала мне, следила за учебой и внешкольными занятиями. Характер у нее был достаточно жесткий и настойчивый. Пока мы несколько месяцев ехали из эвакуации, я, разумеется, не учился. Сразу включиться в учебу было трудно. Мне не давались задачи по математике, класс быстро уходил вперед. Мама не могла с этим смириться. Как только начались каникулы, она сразу посадила меня за задачник. Пришлось решать все задачи подряд. Я, конечно, переживал. Все отдыхают, а я должен заниматься. Но зато с тех пор у меня не было проблем с математикой. Диплом мехмата МГУ тому свидетельство. В школе у нас были очень хорошие учителя, их всех я вспоминаю с большой благодарностью. Кроме разве «немки». Придя к нам в пятый класс, она сказала, что будет учить нас немецкому по «советской методике», по «смыслу». Может, поэтому иностранный язык оказался для меня самым трудным предметом.

Я редко видел отца. Он часто бывал в командировках, да и, будучи в Москве, поздно приходил с работы. Времени для меня почти не оставалось. Зато он часто приносил книги, которые производили на меня сильное впечатление. Не знаю, как ему удавалось так удачно их подбирать. Это были действительно прекрасные книги. Некоторые я помню до сих пор: О. Дрожжин «Разумные машины», Дж. Г. Джинс «Движение миров», В. Сибрук «Роберт Вуд», книги по физике Я.И. Перельмана. Самоотверженная работа отца, его жизнь, его душа очень сильно влияли на меня. Указаний я получал немного. Но его увлеченность постепенно передавалась и мне. Временами он делился со мной своими проблемами, старался рассказать о своих работах. Я иногда помогал ему, но до сих пор ругаю себя, что сделал очень мало.

Много лет отец восстанавливал разрушенные заводы и строил новые. Я знаю только отдельные вехи его пути. Менялись города – Лисичанск, Дядьково, Уральск и др. Командировки и работа оставляли мало времени для разговоров и воспоминаний. Он многие месяцы проводил на стройках, и случалось, что, возвращаясь в Москву, он сталкивался с реорганизацией, а иногда и просто с ликвидацией соответствующих управлений и с необходимостью искать работу. Мама часто болела и в конце концов

была вынуждена оставить работу. Поэтому вся забота о семье легла на плечи отца.

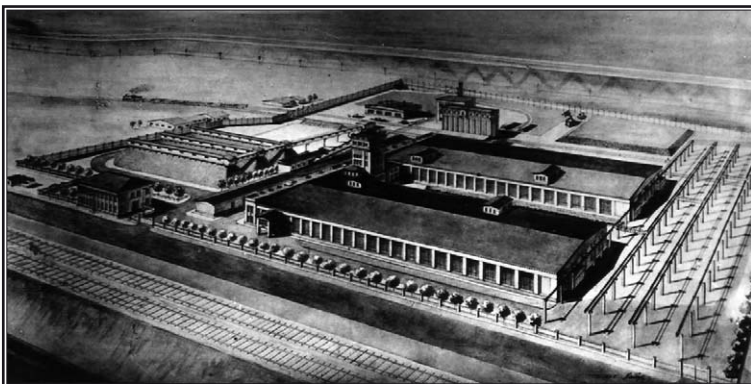
Мама всегда была в курсе папиных работ, в курсе всего, что происходило вокруг него, и, насколько возможно, старалась помочь ему советом и участием. В таких условиях я рос.

Последняя крупная работа отца была связана с Остаповским заводом железобетонных изделий (на рисунке показана копия проспекта). Сначала он был главным инженером проекта, потом главным инженером строительства, затем главным инженером и, наконец, директором завода.

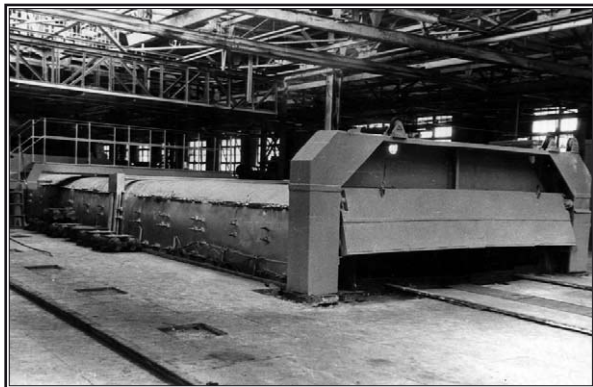
После строительства заводов и директорства в шестидесятых годах отец перешел полностью на проектную работу. В конце жизни он работал главным технологом и ведущим конструктором в строительном НИИ-200.

Свободное время он посвящал проблеме ускорения твердения бетона, заинтересовался применением инфракрасных лучей в строительстве. Он первым<sup>2</sup> предложил использовать инфракрасные лучи для ускорения процесса термообработки бетона и пластмассовую пленку для сохранения влаги затворения в процессе термообработки [7] – [10]. На следующем фото показана созданная по проекту отца камера для термообработки бетонных изделий инфракрасными лучами.

Его пионерские работы вошли во все серьезные труды того времени по строительству, связанные с бетоном. Причем (это было не совсем обычно) везде была ссылка на «метод инж. Я.Г. Фельдмана». Совместить



*Общий вид Остаповского завода (фото с проспекта)*



*Камера термообработки бетона инфракрасными лучами*

исследования с производственной деятельностью, экспериментировать, создать сложные производственные установки было, конечно, крайне трудно. Уже в пожилом возрасте отец написал диссертацию. Работ было достаточно. Были и изобретения, и ссылки на его работы во многих статьях и книгах, но ВАК не утвердил решение о защите, несмотря на мнение ведущих специалистов того времени.

Сохранилась копия письма в ВАК<sup>3</sup>, в котором сказано, что «инж. Я.Г. Фельдман внес серьезный вклад в науку и технику ускорения твердения железобетонных изделий». Подписи самые весомые: профессор Б. Скрамтаев, профессор А. Попов, профессор О. Гершберг, профессор Г. Кузнецов. Но зато спокойно проходили ВАК работы, продолжавшие исследования отца. Видимо, ВАК руководствовался «своими» критериями.

Я не следил специально за использованием папиных предложений. Но когда посмотрел в интернете, то увидел, что и пленочное покрытие для сохранения влаги затвердения при термообработке бетона, и инфракрасный прогрев бетона достаточно широко применяются в строительстве, иногда даже сохраняются ссылки на отца. Однажды, проезжая вдоль полей в окрестностях Тель-Авива, я увидел, что они покрыты тонкой пленкой для сохранения влаги, и что-то теплое шевельнулось в моей душе. Вообще, тщательность ухода за землей, за всем, что растет, и за состоянием полей в нескольких кибуцах, которые мне пришлось увидеть, производила сильное впечатление.

# Оглавление

Время собирать камни.....	3
От автора.....	7
О моих родителях.....	11
<b>Глава 1. Становление.....</b>	<b>15</b>
Первые шаги.....	15
Параметроны и рождение коллектива.....	26
Производство средств вычислительной техники.....	32
<b>Глава 2. Ряд электронных клавишных вычислительных машин – ЭКВМ.....</b>	<b>37</b>
Что нужно было сделать, чтобы услышали голос потребности?.....	37
«Предупреждаю, что ни одной серийной машины Вам сделать не удастся». И.С. Брук.....	39
Визит министра.....	52
Первый рывок к микроэлектронике и первый макет микроэлектронной ЭКВМ «Стэк-1121».....	54
<b>Глава 3. От микроэлектроники назад... и вперед к серии с «добрым» напутствием Брука... ..</b>	<b>57</b>
В серийных машинах должна быть только одна линия.....	57
Создание «длинной линии».....	58
Совместная разработка двух первых моделей Ряда: 1-1Б и 2-1Б.....	61
Административный ресурс важнее технической политики.....	62
Новая эра в ИНЭУМе.....	65
Работы по ЭКВМ прекратить, все передать в ГСКТБ.....	66
«Да я на Вас в суд подам!».....	69
Киевский «Паровозик».....	72
Балансовая комиссия, или Кто предупрежден, тот вооружен.....	73
«Луч» – база первых АРМ-Р и АРМ-М.....	77
Будни на Курском заводе.....	79
Так начиналась «Орловская симфония».....	80
Переименовать 1-1Б и 2-1Б в «Искру-12» и «Искру-22».....	81
Второй рывок к микроэлектронике (1968–1970 гг.).....	83
ЭКВМ – рычаг для развития микроэлектроники.....	85
«Искра-11м» – между делом.....	88
Память микрокоманд для М-4000.....	88
<b>Глава 4. Борьба за создание отечественной микроэлектронной ЭКВМ.....</b>	<b>91</b>
4.1. «СОЮЗ-12» – ПЕРВОПРОХОДЕЦ, НЕЗАКОННАЯ И ВНЕПЛАНОВАЯ МОДЕЛЬ.....	91
Тайная разработка модели «Союз-12».....	92
Жесткие выводы корпуса «Тропы» – ключ к серии.....	97
Против нас Минприбор вместе с ИНЭУМом – неравная борьба.....	103

4.2. БОРЬБА ЗА СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ МАССОВОЙ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ЭКВМ ...	105
Жертва ферзя («Союз-12») .....	105
Новая машина «Искра-111т» – нужно успеть! .....	105
«Я как главный инженер Главка гарантирую Вам, что Вашей машины ни на одном заводе Минприбора в серийном производстве не будет!» .....	107
Бывает (!) польза даже от министерских сощобязательств .....	115
4.3. ХОЛОСТОЙ ВЫСТРЕЛ ИЗ ГЛАВНОГО КАЛИБРА.....	122
На работу как на праздник. ....	124
Создана первая массовая ЭКВМ «Искра-111т».....	125
Одиннадцать лет! .....	126
Итоги наших работ .....	126
<b>Глава 5. В паутине... поручений</b> .....	129
Встреча с «чужой» диагностикой .....	131
Не мытьем, так катаньем... ..	133
«Символ» – безнадежно больная проблема .....	136
«Символ – технологически нереален, а идеологически бесперспективен».....	137
Помощь партнерам и первый калькулятор .....	143
5.1. БАРЬЕРЫ НА ПУТИ К ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМПЬЮТЕРУ .....	146
«Я запрещаю вам заниматься микропроцессорами».....	150
Неожиданный (!) персонально компьютерный бум в СССР .....	153
<b>Глава 6. СМ-3 – головная модель семейства СМ ЭВМ (соревнование по бегу в мешках)</b> .....	157
«Процессорная» идеология. ....	158
«Борис Николаевич очень хочет, чтобы ты и твой коллектив взяли на себя разработку СМ-3» .....	159
Бесславный конец «Символа», или С паршивой овцы хоть шерсти клок .....	161
ГДРОВский «наезд» .....	162
Макет СМ-3 к съезду .....	163
Разработчик должен иметь право на переделку. ....	174
Паралич власти .....	178
«Большая политика» вокруг СМ-3.....	180
Так закончилась «Орловская симфония».....	183
«Мы вам не верим!» .....	188
Итоги .....	192
Результаты разработки.....	192
<b>Глава 7. «Возрождение из пепла» с помощью двух спецпроцессоров и ИВК</b> .....	195
Мавр сделал свое дело... ..	195
Ликвидация коллектива – благодарность за создание СМ-3 (головной модели СМ ЭВМ).....	196
7.1. «СНАЧАЛА НУЖНО ВВЯЗАТЬСЯ В ДРАКУ» ( <i>Наполеон</i> ).....	199
Микропроцессорные пробы .....	200



Анализатор работы процессора .....	200
Расширитель плавзапаятой для СМ-3 с функциями СМ-4.....	200
PDP-совместимый RISC .....	201
<b>7.2. ПОИСК ПЛАНОВОГО ПУТИ .....</b>	<b>202</b>
«Переключатель»... Почему бы не схватить? .....	202
Нужен быстрый Спектроанализатор для обработки результатов локации Венеры и построения карты ее поверхности .....	203
Измерительно-вычислительные комплексы .....	206
Переключатель «общей шины» СМ-4501 (коммуникационный спецпроцессор)...	208
Драматическая наладка «Переключателя».....	211
Модернизация «Переключателя» и режим «резервного копирования».....	211
«Директорские игры» и испытания «Переключателя» .....	213
<b>Глава 8. Спецпроцессор быстрого преобразования Фурье и обработки сигналов для Утренней Звезды .....</b>	<b>215</b>
За что отвечаем: за одно устройство или за весь Спецпроцессор? .....	217
Конструктивы стали первой доминантой.....	218
Манна небесная .....	221
«Холодный душ» со стороны партнеров .....	224
Поле «электрофизики» .....	226
Устройство сопряжения и эффективность Спецпроцессора .....	228
Фельдман нарушает «идеологию DEC».....	228
Психологический скачок .....	230
ИРЭ сорвал выполнение своих обязательств, никто не обратил на это внимания..	233
Конец 1979 года – нет ничего готового, и мы пошли своим путем .....	234
Писк летучей мыши вместо... карты Венеры .....	236
Дезертирство партнеров-заказчиков, и мы одни.....	238
<b>8.1. ВСЕ СНАЧАЛА – ДО ИСПЫТАНИЙ ВСЕГО ГОД С НЕБОЛЬШИМ .....</b>	<b>239</b>
Стбило бороться за освоенные конструктивы СМ-3! .....	242
«С листа» – на завод.....	242
10 рублей – и миллиард долларов... ..	246
Проверка на частотах, близких к тактовой, – третий шаг диагностики .....	250
Конец декабря 1980 года, до испытаний 100 дней, первое ЧП.....	251
До испытаний 45 дней .....	255
До испытаний 40 дней .....	256
До испытаний 25 дней .....	257
До испытаний 20 дней .....	258
До испытаний 10 дней .....	259
День последний – 29 марта .....	260
Момент истины: 31 марта – испытания .....	260
«Поздравление» директора с успешными испытаниями.....	261
Вопреки требованиям руководства оставляю Спецпроцессоры у себя для длительной обкатки.....	262
Нужны серийные образцы СПФ СМ для уверенности .....	266
Тема кончилась, скоро запуск, работы продолжаем, хотя новой темы и нет .....	270

Не зря старались! .....	274
Некоторые данные и сопоставления .....	277
<b>Глава 9. Исследования Венеры и Спецпроцессор</b> .....	<b>279</b>
«Венера-15» и «Венера-16», северное полушарие Утренней Звезды .....	279
Наше место в эксперименте. ....	288
Проект «Венера – комета Галлея» («Вега-1» и «Вега-2») .....	291
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>293</b>
<b>ЭПИЛОГ</b> .....	<b>302</b>
<b>КОММЕНТАРИИ К ОСНОВНЫМ ГЛАВАМ 1–9</b> .....	<b>303</b>
О моих родителях .....	303
К главе 1. ....	304
К главе 2. ....	308
К главе 3. ....	310
5. Замечания по поводу ЕГСВЦ .....	312
К главе 4. ....	317
14. Курский вояж, или Что делать руководству с «Коброй»? .....	323
К главе 5. ....	328
3. Конец «Днепровской эпопеи», или Самый дорогой в мире код .....	329
5. Решение текущих орловских проблем .....	330
9. Как МЭП избавился от Ф. Староса .....	332
17. Не найдя поддержки на земле, мы попробовали найти ее в океане .....	334
18. Борьба за сохранение Орловского завода .....	335
21. Из истории персональных компьютеров в СССР .....	337
К главе 6. ....	340
2. Нелегкое начало мини-ЭВМ М-400 .....	340
3. Об элементной базе, или... «Твой Фельдман сорвал работы по ЕС ЭВМ» .....	341
4. Несколькo слов о фирме Digital Equipment Corp. ....	343
5. О проблеме копирования. ....	344
6. Проблемы американского стандарта 217 и работы В.В. Веригина по повышению надежности. ....	351
7. Славный путь северодонецкого «Импульса» .....	354
К главе 7. ....	358
К главе 8. ....	361
13. Еще об истории разработки СПФ СМ .....	365
К главе 9. ....	372
<b>КОММЕНТАРИИ К ЗАКЛЮЧЕНИЮ</b> .....	<b>375</b>
8. Просьбы продолжить работы по СПФ и резолюции: «У нас нет сил» .....	378
9. И вот результат прекращения разработок спецпроцессоров .....	385
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>387</b>

**Борис Яковлевич Фельдман**

**ОТ КАЛЬКУЛЯТОРА  
К СУПЕРКОМПЬЮТЕРУ**

**Записки разработчика**

Редактор, корректор *Н. Блискавицкая*  
Компьютерная верстка *И. Белов*

Подписано в печать 30.03.2014. Формат 60×90/16  
Бумага офсетная. Гарнитура Garamond. Печать офсетная.  
Печ. л. 25. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство «РТСофт»  
105264, г. Москва, ул. Верхняя Первомайская, д. 51  
тел. 742-68-43  
[www.cosmoscope.ru](http://www.cosmoscope.ru)





Компания «РТСофт» – первопроходец, эксперт и надежный партнер в мире передовых систем автоматизации. Мы предлагаем сотрудничество в области встраиваемых компьютерных систем, программного обеспечения реального времени, SCADA-систем, аппаратно-программных комплексов, информационно-управляющих систем. Решения «РТСофт» позволяют заметно сократить период внедрения и стоимость разработки систем автоматизации.

Широкий спектр услуг «РТСофт» включает экспертизу и консалтинг, разработку и внедрение базовых аппаратно-программных средств и программно-технических комплексов, поставку оборудования. «РТСофт» реализует комплексные проекты «под ключ» и обеспечивает необходимое обучение и поддержку на всех этапах работ.

«РТСофт» работает в различных отраслях промышленности: электроэнергетике, атомной промышленности, нефтегазовом секторе, металлургии, транспортной отрасли, приборостроении, телекоммуникациях и связи, железнодорожной отрасли, автоматизации зданий и ЖКХ и сфере специального применения.

«РТСофт» – это более 22 лет работы в области автоматизации, серьезный инженеринговый потенциал, стратегические соглашения с зарубежными и отечественными поставщиками, широкая сеть филиалов и представительств, наличие собственного производства и учебного центра.

Высокое качество предлагаемых услуг гарантировано сертификатом TÜV NORD CERT на соответствие международному стандарту ISO 9001:2008 и всеми необходимыми лицензиями и сертификатами.

## **ЗАО «РТСофт»**

Москва, ул. Никитинская, 3  
Тел.: +7 (495) 967 15 05, факс: +7 (495) 742 68 29  
rtsoft@rtsoft.msk.ru, www.rtsoft.ru