

Рыжков Георгий Алексеевич,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

Общее математическое обеспечение ЭВМ



1967 г. — год назначения меня для прохождения дальнейшей службы в 25-й отдел 45-го СНИИ, отдел сопровождения общего математического обеспечения (ОМО) ЭВМ, возглавляемого подполковником Швецовым З.З. Я был включен в число сотрудников лаборатории, вплотную занимавшейся вопросами практической реализации и сопровождения систем автоматизации и языков программирования, которую возглавлял подполковник Корлюга Е.В. В этой же лаборатории также занимались вопросами сопровождения разработки и внедрения в практику ЭВМ 5Э51,

включая разработку супервизора ЭВМ. Начинается новый, огромный по значимости период жизни.

Первое знакомство с общим математическим обеспечением произошло примерно в 1963 г. АЛГОЛ–60. Проблемы практического программирования, осознанные и прочувствованные на полигоне, заставили осмотреться вокруг. АЛГОЛ–60 казался лучезарным чудом. Автор вместе с другим программистом-страдальцем старшим лейтенантом Тарасюком А. отправились на прием к начальнику научно-исследовательской части (НИЧ) полигона полковнику Скакальскому М.А. и его заместителю капитану 1-го ранга Шлеймеру. Нас приняли. Выслушали. Были вопросы. Один из них застал нас врасплох: «Скажите, программисты больше не будут нужны?»

Недавно на юбилее в честь первого поражения баллистической цели, проводившемся в Москве, встретились Скакальский М.А., А. Тарасюк и автор этих строк. Оказалось, никто не забыл ту встречу. Однако как много изменилось за прошедшие 40 лет.

45-й СНИИ МО был пионером развития ОМО не только в войсках ПВО, но и, как оказалось, единственным военным научно-исследовательским институтом, сумевшим создать и внедрить в практику программирования операционные системы и системы автоматизации программирования. Институт принял активнейшее участие в создании коллективом ИТМ и ВТ им. С.А. Лебедева весьма современных по тем временам (конец 60-х — начало 70-х гг.) ЭВМ: 5Э926 и 5Э51. ОМО для этих ЭВМ разрабатывали сотрудники 25-го отдела 45-го СНИИ МО. Удивительным, присущим начальнику отдела подполковнику Швецову З.З. чутьем, еще в 1964 г., когда он, поверив двум молодым в то время сотрудникам отдела, Пивоварову В.В. и Макееву В.Г., была открыта тема: «Разработка транслятора с языка программирования АЛГОЛ–60».

Этот транслятор создавался на технических средствах ЭВМ М–50. По сегодняшним меркам ЭВМ М–50 сравнима с калькулятором. Оперативная память — 4096 32-х разрядных ячеек, несколько магнитных барабанов такой же емкости и накопителей на магнитных лентах. И в этих условиях два энтузиаста в короткое время создали транслятор, который достаточно долго (пока существовала ЭВМ М–50) был основным инструментом пользователей 45-го СНИИ для написания программ математической обработки данных. Коллектив отдела и его руководителей порой обвиняли в подмене промышленности. В какой-то мере это было справедливо. Однако накопленный неоценимый практический опыт позволял сотрудникам 25-го отдела 45-го СНИИ по любым вопросам построения и использования любых ЭВМ и ОМО ЭВМ на равных вести переговоры с представителями промышленности на всех уровнях: от рабочего совещания по конкретным техническим вопросам до принятия решений на уровне Государственных комиссий. С мнением 45-го СНИИ и его представителей считались всегда.

С внедрением на объектах ЭВМ 5Э926 возникла старая проблема: отсутствие средств автоматизации программирования задач реального времени.

Существовавшие в то время средства программирования высокого уровня здесь не подходили:

- в языках отсутствовали термины взаимодействия программ с внешними источниками информации, СЕВ, объектами управления и др.;
- объектные коды программ, получаемые с помощью трансляторов, не удовлетворяли функциональным требованиям реального времени.

Создание системы символического программирования (СИСП) было по-

ручено майору Першину В.И. С этой задачей он справился блестяще. Проведенный впоследствии сравнительный анализ показал, что язык СИСП функционально ни в чем не уступал аналогичным разработкам, признанным зарубежным эталоном.

Символика языка СИСП была в высшей степени приспособлена к ЭВМ 5Э926. Язык отлично согласовывался с установившимися программистскими стереотипами разработчиков программ, использовал русскую, весьма компактную, но совершенно прозрачную терминологию, и потому был легко доступен программистам. Оперативная память ЭВМ, используемая программой, распределялась и перераспределялась автоматически. В языке были предусмотрены средства, позволяющие совместно с «загрузчиком» (создатель программы «загрузчика» майор Русин А.Д.) компоновать программы, состоящие из программных компонент, создаваемых разными программистами. При этом проблем совместного использования оперативной памяти не возникало. Сказка! Это был не шаг, а настоящий прыжок из эры каменного века программирования. Все программы пользователей ЭВМ 45-го СНИИ (кроме АЛГОЛ-программ) были «переписаны» на языке СИСП. На этот язык были переведены и все системные программы. Система символического программирования прошла испытания и была принята к широчайшему практическому использованию и организациями промышленности для создания боевых программ на объектах. Нареканий и замечаний никогда не было. Поступавшие просьбы и предложения всегда рассматривались и, если они были признаны целесообразными, быстро внедрялись. Со временем, вполне заслуженно, разработчик СИСП, уже, будучи подполковником, Першин В.И., включив СИСП в систему программирования ТРАМС (базовый язык – АЛГОЛ–60), защитил диссертацию на соискание звания кандидата технических наук.

Здесь необходимо сказать несколько слов о программистских кандидатских диссертациях. Чисто программистские работы, без учета предметной области приложения программ, защищались с очень большими трудностями. В значительной степени это определялось «традиционным мнением» Ученых советов, ВАК, что программирование – это искусство и науки там нет. При защите диссертации по СИСП вспоминалось полшутливое предложение полковника Кислика М.Д. – «может быть, есть смысл ходатайствовать о присвоении «кандидата лингвистических наук?» Огромную роль в ломке «традиционного мнения» сыграл член-корреспондент АН СССР Бабаян Борис Арташесович – руководитель разработки ОМО ЭВМ серии «Эльбрус». У его сотрудников, разработчиков ОМО, также возникли идеологические трудности в защитах. Однако Борис Арташесович сумел убедить членов ВАК, что в программировании есть наука – объективно обоснованный процесс выбора вариантов программной реализации. Об этом он рассказал мне в 1985 г., когда мы сидели в бункере на объекте, где проходили Государственные испытания «Эльбрус–2». Борис Арташесович, почему вы не начали разрабатывать ОМО «Эльбрус» раньше?

Кратко, не претендуя на полноту, подход к преодолению «традиционного мнения» в области программирования можно определить следующим образом.

При программной реализации любых задач, тем более больших и сложных, объективно всегда существует тот или иной набор вариантов программного решения функций управления, технического и технологического обеспечения, реализации математических и логических вычислений. Каж-

дый из вариантов программирования всегда можно охарактеризовать совокупностью показателей. Количество вариантов определяется в каждом конкретном случае техническими возможностями используемых средств, необходимостью и достаточностью обеспечения программной организации вычислений, личным опытом, теоретической подготовкой и вкусами программистов-разработчиков.

- 1-й этап научного поиска — определение перечня конкретных показателей программной реализации.
- 2-й этап — выбор, определение критерия (критериев) оценки оптимизации показателей для выбора результирующего варианта реализации программы.
- 3-й этап — определение значений и оптимизация показателей для принятия решения о программной реализации.
- 4-й этап — принятие решения на реализацию. Программная реализация.
- 5-й этап — эксперименты для накопления данных для оценки достигнутых результатов.
- 6-й этап — оценка полученных результатов, возможных «резервов» показателей.

На каждом из этапов применяются строгие логико-математические методы и методики оценки, обработки и выбора, соответствующие характеру производимых исследований и уровню подготовленности исследователя. Этим демонстрируется уровень знаний соискателя, его способность ставить и решать научные задачи. Здесь несколько слов следует сказать о таких понятиях, как «большие» и «сложные» программы. Когда в 45-м СНИИ установили первую ЭВМ 5Э51, руководством было принято решения:

- адаптировать к ЭВМ 5Э51 супервизор ЭВМ 5Э926, а по сути разработать новый супервизор;
- «перенести» на ЭВМ 5Э51 транслятор с языка АЛГОЛ–60 с ЭВМ М–50, назвав новый транслятор ТРАМС;
- создать для ЭВМ 5Э51 операционную систему пакетной обработки (ОСП–51);
- используя представившуюся возможность, реализовать на ЭВМ 5Э51 СНИИ специальную операционную систему ОСС–51, с последующим переносом ее на объект, где силами сотрудников 45-го СНИИ началось создание системы контроля космического пространства.

В сравнении с ЭВМ М–50 ЭВМ 5Э51 обладала большей (в 8 раз) оперативной памятью, большей внешней памятью и, в перспективе, должна была быть оснащена накопителями на магнитных дисках. Казалось, какой простор! Жизнь очень быстро показала, что не все так просто. Группа программистов (майор Першин В.И., капитаны Русин А.Д. и Белянов В.Я., Суманева В.Н.) под руководством майора Пивоварова В.В. начала большую работу по созданию системы ТРАМС. Транслятор системы ТРАМС включал в себя, помимо известного языка программирования АЛГОЛ–60, модернизированный язык СИСП для описания программ реального времени. Работа закипела. Работали много и с воодушевлением. Однажды в комнату, где были наши рабочие места, «с машины вернулся» майор Пивоваров В.В. Мы как-то все обратили внимание, что выглядел он очень сосредоточенно. Наша оценка его состояния была неверной. Он был в ярости, а сосредоточенным выглядел до входа в комнату, чтобы не привлекать внимание посторонних. Речь его была краткой, но убедительной: «Убью того, кто программировал блок выдачи информации об ошибках. Из 20 минут выделенного ма-

шинного времени, я вынужден был 18 минут, в непрерываемом режиме на каждую тестируемую мною ошибку, выслушивать от начала и до конца, как ЭВМ пела замечательную песню о гордом «Варяге». Тест до конца пропустить не удалось. Я нажал «0» и ушел с машины. Кто программировал?»

Коллективными усилиями автора удалось спасти, но «Варяг» был исключен из ТРАМС навсегда.

Когда первые пользователи ТРАМС «пошли», на ЭВМ 5Э51 начался необратимый процесс. Те программы, которые, хотя и с трудом, но помещались на ЭВМ М–50, на большей машине 5Э51 перестали помещаться. Разработчики ринулись разбираться в сложившейся ситуации. Оказалось — магия большой машины подействовала на разработчиков программ. Подумав, что память ЭВМ 5Э51 бесконечна, они резко увеличили объемы циркулировавшей в программе информации и не забыли при этом усложнить алгоритмы обработки. На этом примере мы наконец выработали ответ на давно обсуждавшийся вопрос: что такое большая программа?

С ответом согласились все: одна и та же программа может быть и большой и малой. Если вся информация и собственно программа в виде объектного кода помещается в оперативной памяти ЭВМ, это малая программа. Если для работы программы оперативной памяти ЭВМ недостаточно, то в тексте программы «появляется инородное тело программы» — часть программы, выполняющая функции управления компонентами программы вычислений и ее информационного обеспечения. Эта часть программы по объему порой сравнима с объемом собственно вычислительной части. Современные операционные системы ЭВМ и языки программирования частично решают эту трудность, но логическое разбиение программы на части, определение последовательности выполнения, своевременная подготовка данных и вывод полученных результатов на сегодня не автоматизированы. Это является источником достаточно большого количества трудно обнаруживаемых, так называемых комплексных (системных) ошибок, возникающих по причине несогласованности действий отдельных программистов, участвующих в создании больших программ. Система СИСП была прекрасна для программ малого класса, когда объектный код программы обязательно помещался в оперативной памяти ЭВМ.

Здесь можно упомянуть и о проблеме определения «сложная программа». По оценкам психологов, обычный, нормальный программист способен создавать одновременно 2–3 связанные между собой программы. Способный программист — до 4–5. Талантливый — до 7. Одновременно создавать свыше 10, связанных между собой программ, по психофизиологическим причинам не может ни один человек: сложно. Невозможно держать в памяти весь объем необходимой информации каждой из программ и без ошибок согласовывать их взаимодействие. Наиболее контрастно эти свойства проявляются при программировании задач управления, особенно для задач реального времени, где «время» выступает не только в качестве ограничителя, но и в качестве информационного параметра принятия решения и обработки данных. При этом не имеет значения, реализуется ли программный комплекс на технических средствах одной или комплексе однопроцессорных ЭВМ, одной или комплексе многопроцессорных ЭВМ. Технические решения организации межпроцессных связей (МВК, локальная или распределенная сеть ЭВМ) определяются и реализуются, исходя из конкретных условий функционирования такого программного комплекса.

Основная трудность — безошибочная реализация информационных, логических и функциональных связей программы во времени:

Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явления обездушить, забыв,
Что если в них нарушить одушевляющую связь,
То больше нечего и слушать!

«Фауст». Гёте

Таким образом, если совокупность связей, подлежащих программной реализации, находится на грани или превосходит психофизиологические возможности исполнителей (будь то один исполнитель или коллектив), такую программу можно считать «сложной».

На сегодня не решена проблема «надежного программирования» алгоритмов решения даже относительно простых задач, а тем более «больших» и «сложных»; кроме того, работающих в режиме реального времени. Проблемы отладки, оценки жизнеспособности, области «существования» собственно программ целиком возложены на плечи программистов; таким образом, качество, функциональные характеристики программ в значительной степени определяются их опытом, интуицией и добросовестностью. Однако в случае «сложных» программных реализаций личные качества программистов играют незначительную роль — предусмотреть и протестировать все критические ситуации не способен ни один человек. Обычно «естественное тестирование» программ происходит в процессе реальных вычислений или ведения боевых работ. И хорошо, если все обойдется без катастроф!

На полигоне был случай. Несколько лет на ЭВМ М-40 находилась в эксплуатации боевая программа проводки спутников средствами системы «А». Работала она исправно, не вызывая нареканий. Однако ее ориентация на проводку только спутников привела к ее моральному устареванию. Это знали все и давно и поэтому планомерно готовилась другая, более совершенная программа ОБПА, которая могла обеспечивать проводки и БР и спутников. ОБПА прошла испытания, были подписаны соответствующие протоколы и назначен день замещения старой программы на новую — ОБПА. Но накануне включения ОБПА потребовалось выполнить внеплановую проводку спутника. Решили не нарушать принятое решение и проводку осуществить «старой проверенной программой». Какой же был столбняк у всех присутствующих, когда «старая проверенная программа» зависла! Спутник ушел из зоны видимости. Проводка была сорвана. Анализ показал, что произошел редчайший для практики случай, когда из-за очень узкой (примерно 0,1 с) временной несогласованности двух процессов возникла ситуация, очень хорошо известная программистам, когда каждый из двух процессов для продолжения своих вычислений взаимно ожидал сигнал о завершении вычислений от соседнего процесса. И это возникло для двух процессов! В современных программных комплексах таких процессов намного больше.

Таким образом, можно предположить, что одна и та же программа, в зависимости от психофизиологических свойств отдельного программиста или коллектива программистов, абстрагируясь от таких же свойств постановщиков задачи и разработчиков алгоритмов решения задачи, может быть отнесена к классу «простых» или «сложных».

Конечно, в современных универсальных языках программирования предусмотрены средства, помогающие программировать организацию взаимодействия и управление процессами. Однако эти средства языково не связаны в единое целое, функционируют «самостоятельно» и проблема автоматизации

программирования на высоком языковом уровне одновременно «больших» и «сложных» многопроцессных программных комплексов, каковыми являются программное обеспечение систем ПРО, СПРН, контроля воздушного и космического пространства, ждет своего решения. Здесь вновь ощущается прикосновение к нерешенной проблеме «искусственный интеллект»:

- формализованное представление совокупности технических средств программной реализации;
- формализованное описание структуры общего алгоритма решения задачи (постановка задачи);
- автоматизированная взаимная адаптация структур общего алгоритма решения задачи и технических средств, его реализации на базе методологии распознавания образов по представлениям и описаниям;
- получение формализованного представления (проекта) программной реализации решения многопроцессной задачи;
- автоматизированное программирование схемы управления, информационных потоков и логического взаимодействия выделенных программных компонент;
- автоматизированное построение многоуровневой сети критических функциональных узлов программной реализации;
- программирование компонент.

На сегодня автоматизация программистских работ с помощью средств автоматизации программирования (получение «безошибочного» объектного кода программ, адекватного алгоритмическому описанию на языке программирования, которое может содержать ошибки описания и представления, не обнаруживаемые системами автоматизации программирования) окончательно не реализована, только последний пункт этого перечня решен удовлетворительно для класса «малых» программ.

В конце 60-х – начале 70-х гг. в Московском Государственном университете (МГУ) проводился постоянно действующий программистский семинар под руководством доктора физико-математических наук, профессора Шура-Бура М.Р., собиравший множество слушателей. Эти семинарские занятия, с разрешения начальника отдела подполковника Швецова З.З., нами регулярно посещались. Открывался неведомый и пока непонятный и не очень вмещаемый в программистское сознание мир системных взаимоотношений внутри ЭВМ. Но опять-таки, в который раз, программистский опыт полигонной жизни подсказывал: будь внимателен, это хотя и ново и сложно, но интересно. Накопление вначале происходило медленно. В обороте появились слова: диспетчер, супервизор, прерывание, пакетная обработка, разделение времени, защита, системная память, задача и т.п. Во всей этой, как казалось, каше поначалу было очень трудно разобраться. Впоследствии, совершенно неожиданно для многих, мы узнали, насколько серьезными делами мы занимались. Когда потребовалось присвоить 45-му СНИИ открытое название, было выбрано: «Научно-исследовательский институт языков и систем автоматизации программирования».

Это было своеобразным признанием нашей работы. Но это в будущем. А пока события развивались по своей логике.

В 25-м отделе 45-го СНИИ начиналась активная работа по созданию двух операционных систем разного назначения:

ОСП–51 (операционная система организации пакетной обработки информации на ЭВМ 5Э51) для целей повышения эффективности использования технических ресурсов ЭВМ 5Э51 при выполнении вычислений. Ее создатели: майоры Денисов И.М., Терехов А.И., Ахмеров Ю.С., старшие лейте-

нанты Кашехлебов В.Н., Печенев Э.П. и впоследствии присоединившиеся к ним капитаны Василенко В.М., Киселёв Г.И. Работы выполнялись под общим руководством начальника отдела подполковника Швецова З.З.;

ОСС–51, операционная система специальная, для нужд объекта реализации системы контроля космического пространства. Над ней работали: майоры Шолохов П.А., Чувилёв В.И. и впоследствии присоединившиеся к работам капитаны Пиргач И.А., Васильев А.В., лейтенанты Аболдуев Г.М., Полуденко В.А., Погашев И.К., В. Коростылёв, С. Макаров. Майор Терехов А.И. выполнил для ОСС–51 программу комплексатора.

ОСС–51 – системно-техническая основа программного обеспечения комплекса взаимодействовавших ЭВМ 5Э51 Центра КП. Разработке ОСС–51, как боевой программы, предшествовало проведение майорами Шолоховым П.А. и Чувилёвым В.И. научно-исследовательских работ с применением макетирования. Был создан небольшой каталог, включавший в себя 30 спутников, как объектов автоматизированного наблюдения и орбитального сопровождения. По результатам макетирования, длившегося год, были определены функциональные требования, положенные в основу созданной ОСС–51.

Обе разработки, ОСП–51 и ОСС–51, базировались на использовании супервизора, разрабатываемого для ЭВМ 5Э51 капитаном Голубевым Ю.Н. В деле создания ОСС–51 и супервизора ЭВМ 5Э51 активнейшее участие принимал капитан Николаев В.А., в то время служивший на объекте. Со всеми вопросами сотрудники объекта всегда обращались к нему, даже ночью. Это изматывало. Однажды, во время очередного ночного прихода посыльного к капитану Николаеву на квартиру, дверь посыльному открыла 12-летняя дочь. «Сверка» идет?» – задала она вопрос. – «Да». – «Капитан Николаев спит. Ищите ошибку в программах».

Будить отца дочь не стала. Как оказалось впоследствии, ее диагноз оказался правильным. Ошибка была обнаружена в программе обработки данных.

Создание супервизора ЭВМ 5Э51 проходило в непростых условиях. Дело в том, что ЭВМ 5Э51 еще только создавалась. Многие технические решения этой ЭВМ находились в стадии реализации и еще не были воплощены в «металле». Часто капитан Голубев Ю.Н. непосредственно участвовал в технических совещаниях по выработке подходов к решению тех или иных вопросов построения как самой ЭВМ, так и компонента ОМО ЭВМ 5Э51. Это было свидетельством его зрелости и высокой профессиональной подготовленности, признаваемым сотрудниками ИТМ и ВТ (руководитель разработки Бурцев В.С.), создателями всех ЭВМ системы ПРО, СПРН, системы контроля КП (М–40, М–50, М–100, 5Э926, 5Э51, МВК «Эльбрус–1» и «Эльбрус–2»). Впоследствии, уже будучи майором, Голубев Ю.Н. защитил диссертацию на соискание звание кандидата технических наук. А пока решалось много крупных и мелких проблем. Однажды возникла очередная «непреодолимая» техническая проблема: на объекте, из-за отсутствия печатающего устройства БП–20, невозможно выдать на печать информацию, необходимую для отладки супервизора. На АЦПУ выдавать невозможно. Как быть? Строились грандиозные проекты. Для принятия окончательного решения назначили совещание у начальника управления 45-го СНИИ Багаева В.С. Совещание длилось 10 минут: 8 минут докладывали проблему, две ушло на звонок начальника управления начальнику отдела эксплуатации ЭВМ 45-го СНИИ. Затем было объявлено решение: отвезти на объект на согласованный срок – один месяц резервную БП–20 ЭВМ 5Э926. Все вопросы были сняты мгновенно.

События в 25-го отделе 45-го СНИИ продолжали развиваться. Ко мне об-

ратился сотрудник отдела майор Мошанский Б.С. с предложением — создать для ЭВМ 5Э51 систему коллективного пользования (СКОП), работающую в режиме разделения времени ЭВМ. Я, еще толком не представлявший предстоящий объем работы и социальное значение такой системы, легко согласился участвовать в этой, как оказалось впоследствии, очень нужной работе.

Первоначально группа разработчиков СКОП включала только двух исполнителей: майора Мошанского Б.С. и майора Рыжкова Г.А. В дальнейшем в эту группу вошли майор Хруст А.И. и Савичева В.Ф. Система СКОП, как и любая системная программа, должна была содержать условно два раздела: системно-технический и системно-технологический. Системно-технический базируется на супервизоре ЭВМ, системно-технологический (разработчик — майор Рыжков Г.А.) — на массе программ поддержки системных функций СКОП: распределение и использование памяти ЭВМ всех уровней, запуск и отслеживание выполнения всех системных компонент СКОП и программ пользователей и т.п. Вначале для решения системно-технических задач СКОП было решено воспользоваться почти готовыми к этому времени программами супервизора ЭВМ 5Э51 и программой ввода–вывода информации на пишущую машинку ЭВМ, созданную для объекта, основной инструмент диалога человек–ЭВМ. Однако все осложнилось тем, что оказалось: программа ввода–вывода могла одновременно «работать» только с одной пишущей машинкой. Это было в принципе не приемлемо, так как коллективное использование ЭВМ предполагает «одновременную» работу более чем одного пользователя. ЭВМ 5Э51 технически допускала работу одновременно до 8 пользователей.

Майор Мошанский Б.С. с присущей ему виртуозностью программирования, продуманностью и тщательностью исполнения создал такую программу сам. За всю многолетнюю эксплуатацию СКОП с первого дня ее использования программа не подвела ни разу! Далее пошли трудности серьезнее: ЭВМ, при переключении от задачи одного пользователя к задаче другого пользователя, регулярно останавливалась. Сколько ни бились разработчики супервизора, ничего ни объяснить, ни понять не могли. Это был тупик. Наступала кризисная ситуация. Вставал вопрос — можно ли на ЭВМ 5Э51 вообще реализовать систему с разделением времени? Кроме этой проблемы были проблемы и «помельче», например:

- в составе ЭВМ 5Э51 отсутствовала функциональная клавиатура, что весьма ухудшало психологическую обстановку ведения диалога пользователей ЭВМ с системой СКОП, системой программирования ЭВМ и собственной программой;
- на ЭВМ 5Э51 не было технического решения ввода информации с перфокарт порциями, что усложняло организацию работы ЭВМ в режиме разделения времени.

В решении всех этих вопросов проявился незаурядный талант Мошанского Б.С. как организатора. Усилиями специалиста-электронщика майора Выборова Е.Г. была разработана простая в изготовлении функциональная клавиатура ЭВМ. Совместными усилиями майоров Выборова Е.Г. и Хруст А.И. было найдено и реализовано изящное техническое решение проблемы «стартового» ввода информации в ЭВМ с перфокарт. Эта доработка была принята заводом ЗЭМЗ к практической реализации в заводской продукции.

Примерно полгода длились «мучения» ЭВМ и разработчиков супервизора. В это время на ЭВМ 5Э51 под руководством полковника Мальцева Е.М. служил «машинистом» майор Хруст А.И. — замечательный специалист-электронщик и, как оказалось впоследствии, талантливый программист. После кратко-

го совещания разработчиков СКОП было решено обратиться к Мальцеву Е.М. с просьбой: разрешить майору Хрусту во внеурочное время заняться созданием «маленького» супервизора, специально для системы СКОП ЭВМ 5Э51. К нашему удивлению, Мальцев не просто легко, но и с удовольствием разрешил. Видно, он знал своего подчиненного гораздо лучше, чем это можно было предположить, и беспокоился о его будущем. В дальнейшем, уже после завершения офицерской службы Хруст А.И. полностью переключился на программистскую работу, и его таланты, как электронщика и программиста, расцвели. Сегодня он является одним из основных разработчиков очень сложных систем, представляющих собой симбиоз техники и программ.

А тогда майор Хруст просто с радостью согласился с нашим предложением. Однако, как всегда, не все так просто. Прямо с плановой медицинской диспансеризации он был отправлен в госпиталь на немедленную операцию в области сердца! Прошла неделя. Операция прошла успешно. Разрешили навестить. Поехали. Настроение у него хорошее, оптимистичное. Начинает потихоньку вставать. Просит работы! Рассказывает: «Для быстрой поправки доктор рекомендовал понемногу пить «Кагор». Соседи по столу сказали, если это лекарство, принимай его в палате. Не носи в столовую – отнимем!» Раз есть чувство юмора, все в порядке. И полковник Мальцев просит: дайте, если можете, ему работу. Именно это ему поможет лучше всякого «Кагора». Начальник всегда прав – это аксиома. Суть работы больному объяснили. Первые команды были написаны в госпитале. Началось быстрое выздоровление. С помощью майора Хруста была решена одна проблема: оценка труда программиста. В то время модно было оценивать труд программиста количеством «написанных команд». Я как-то задал вопрос начальнику управления полковнику Шувалову Ю.С.: «Первоначальный объем написанной майором Хрустом подпрограммы для супервизора ЭВМ составлял 24 команды. Через два месяца упорной работы объем окончательно готовой программы составил 8 команд. Как оценить труд майора Хруст?» В таланте программиста к этому времени уже никто не сомневался. К примитивной оценке труда программистов больше никогда не возвращались.

Вскоре было начато практическое использование системы СКОП сотрудниками-пользователями ЭВМ 5Э51 всех подразделений 45-го СНИИ. Простая и «прозрачная» организация доступа пользователей к ЭВМ средствами СКОП в сочетании с широким использованием систем программирования СИСП и ТРАМС и доброжелательным отношением сотрудников лаборатории к частным проблемам пользователей, сделали свое дело. ЭВМ 5Э51 стала популярна. Консультации пользователей проводились по любым вопросам: от проектирования программ, использования ЭВМ и языков программирования до выхода «на машину» для помощи в нахождении ошибок в программах. В системе СКОП была разработана специальная программная процедура накопления информации для выполнения вычислений на ЭВМ 5Э51 в режиме пакетной обработки средствами ОСП–51 в ночное время.

ЭВМ 5Э51 постепенно набирала «мощность»: планировалось подключение к ЭВМ новых носителей информации – накопителей на магнитных дисках (НМД). Практическое расширение списка используемых в операционных системах новых устройств всегда вызывает вполне преодолимые, но требующие временных затрат на реализацию «подключения к системе», трудности. Системно-техническая и системно-технологическая части СКОП были реализованы таким образом, что неожиданный вопрос начальника отдела полковника Швецова З.З.: «Сколько вам потребуется времени,

чтобы подключить к СКОП магнитные диски?» — не застал нас врасплох. На всякий случай время увеличили — 1,5 часа календарного (не машинного) времени. В программе динамического распределения внешней памяти ЭВМ необходимо было изменить и проверить правильность изменений нескольких констант. Впоследствии Швецов признал, что «вами создана удивительно привлекательная система — СКОП».

ЭВМ 5Э51 на все объекты (кроме Центра контроля космического пространства) поставлялась промышленностью с системами СКОП и системой автоматизации программирования, созданными в 45-м СНИИ.

Со временем на ЭВМ 5Э51 был проведен эксперимент по созданию системы программирования ФОРТРАН. В эксперименте принимали участие майор Бардаков Н.В., подполковники Хруст А.И. и Рыжков Г.А. Цель эксперимента проста — показать, что можно с незначительными затратами машинного времени средствами автоматизации программирования получать высокоэффективный объектный код программ, алгоритм которых описан на алгоритмических языках. В то время проходили Госиспытания МВК «Эльбрус-1», где, в том числе, оценивались и характеристики различных систем автоматизации программирования, созданные специально для первого языкоориентированного МВК серии «Эльбрус». В качестве тестовой задачи нами был выбран небольшой набор задач зарубежного автора, специально созданных для оценки показателей качества систем автоматизации программирования ЭВМ. Результаты испытаний, сведенные в таблицу и опубликованные, удивили многих: коэффициент замедления вычислений по программам системы ФОРТРАН, созданной в 45-м СНИИ, составлял 1,1–1,3. И это не было пределом. Качество программ, полученных на ЭВМ 5Э51 в 20 и более раз превосходили качество программ, полученных с помощью других систем автоматизации программирования, участвовавших в Госиспытаниях МВК «Эльбрус-1». Кроме того, созданная в 45-м СНИИ система ФОРТРАН естественным образом, без каких либо специальных языковых и технических усовершенствований, включала в описание алгоритмов решения общей задачи систему символического программирования, что позволяло, в принципе, использовать ее для создания программ реального времени.

Однако время берет свое. Некоторые лейтенанты стали полковниками; капитаны, майоры, разойдясь по службе и достигнув различных воинских званий, сегодня в отставке. Кого-то уже нет. Из упоминавшихся ушли из жизни:

полковник Багаев Виктор Семенович,
полковник Пивоваров Валентин Васильевич,
подполковник Денисов Иван Михайлович,
полковник Шувалов Юрий Сергеевич,
полковник Швецов Захар Захарович,
полковник Николаев Вениамин Александрович,
полковник Мошанский Борис Серафимович.

Это состоявшие личности. Таких людей следует помнить. Они внесли свой, пусть на первый взгляд скромный, не всем заметный и не всеми оцененный вклад в становление вычислительного дела. Однако это было совершено ими на переходе эпох: эпохи полного отрицания кибернетики как лженауки и эпохи повального увлечения компьютерами.

Сегодняшний военный потенциал России во многом базируется на достижениях того времени. Многие изменилось вокруг. Однако от взора внимательного наблюдателя не может укрыться — военная опасность для России, хотя и в завуалированной форме, пока сохраняется. В мире ведутся разработки новых

систем вооружений. Планируются разработки оружия, использующего новые физические принципы. Противодействие им потребует создания также новых, более сложных систем защиты, где далеко не последнюю роль будут играть программные комплексы, являющиеся «мягким металлом» конструкции системы в целом. Проблема получения надежного программного обеспечения систем защиты ждет своего разрешения. Программисты-системщики 45-го СНИИ, в сегодняшнем его варианте, могут и должны быть инициаторами и «катализаторами» работ по автоматизации интеллектуальной поддержки разработки, создания, испытания и сопровождения программного обеспечения будущих комплексов. К этому необходимо готовить себя уже сейчас: набирать теоретические знания и накапливать практический опыт. Ступеньками.