



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 29 за 2013 г.



Луховицкая Э.С., Езерова Г.Н.

Информатика в ИПМ
им.М.В.Келдыша. 1960-е
годы

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Луховицкая Э.С., Езерова Г.Н.
Информатика в ИПМ им.М.В.Келдыша. 1960-е годы // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2013.
№ 29. 33 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-29>

**ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Российской академии наук**

Э.С.Луховицкая, Г.Н.Езерова

**Информатика в ИПМ им.М.В.Келдыша.
1960-е годы**

Москва — 2013

Луховицкая Э.С., Езерова Г.Н.

Информатика в ИПМ им.М.В.Келдыша. 1960-е годы

Описываются работы, выполненные в Институте прикладной математики АН СССР в области информатики в 1960-е годы: разработка трансляторов для алгоритмических языков (Алгол, Фортран), создание новых алгоритмических языков, операционных систем.

Ключевые слова: Алгол, транслятор, АЛМО, операционная система, Рефал.

**Engelina Solomonovna Lukhovitskaya
Galina Nikolaevna Ezerova**

Informatics in Keldysh Institute. 1960s

The paper is dedicated to the activities of KIAM RAS in the 1960s in the area of informatics. There are described the developments which concern algorithmic languages, translators and operating systems.

Key words: Algol, translator, ALMO, operating system, Refal

Оглавление

1. ЭВМ М-20. Библиотека стандартных программ. ИС-2.....	3
2. Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Транслятор ТА-2.....	8
3. Комиссия по эксплуатации вычислительных машин М-20 (КЭВМ).....	13
4. Электронная вычислительная машина Восток	16
5. Электронная вычислительная машина Весна	19
6. Алгоритмический машинно-ориентированный язык — АЛМО.....	20
7. Электронная вычислительная машина БЭСМ-6	24
8. Алгоритмический язык РЕФАЛ.....	28
9. Заключение.....	29
Литература	30

К шестидесятилетию ИПМ им. М.В. Келдыша

1960-е годы были очень яркими для Института прикладной математики. Пришло много новых молодых сотрудников. (Да и «старые»-то были молодыми.) Жизнь кипела. Устраивались спортивные соревнования, парад участников принимал профессор Константин Адольфович Семендяев. На Новый год ставились оперетты, Мстислав Всеволодович Келдыш неизменно их посещал. Но главным было не это. Главным была работа. В Институт одна за другой приходили новые ЭВМ: М-20, две БЭСМ-4. Инженеры Института создали своими силами машину Восток, которая оказалась лучшей ламповой машиной в Европе. Наконец, установили БЭСМ-6 — первый советский «миллионник», т.е. ЭВМ с производительностью миллион операций в секунду. Появились алгоритмические языки — Алгол, Фортран. Но обо всем этом стоит рассказать более подробно.

1. ЭВМ М-20. Библиотека стандартных программ. ИС-2

Ламповая электронная вычислительная машина М-20 была разработана в Институте точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР и СКБ-245.



Академик С.А. Лебедев

Главным конструктором был С.А. Лебедев. Заместители главного конструктора — М.К. Сулим и М.Р. Шура-Бура. Разработка была начата в 1955 и завершена в 1958 году.

ЭВМ выпускалась с 1959 по 1964 год на Заводе вычислительных машин (Казань) и московском заводе САМ. Всего в Казани было выпущено 63 комплекта.

Система представления чисел — двоичная с плавающей запятой,
45 разрядов на коды чисел.

Оперативная память — 4096 45-разрядных слов.

Производительность — 20 000 операций в секунду (в среднем).

Один из основных разработчиков П.П. Головистиков на сайте ИТМиВТ (http://www.ipmce.ru/about/history/remembrance/golovistikov_m20/)

вспоминает:

– Начали работать над машиной трое: Сергей Алексеевич Лебедев, Михаил Романович Шура-Бура и я. Сергей Алексеевич Лебедев разрабатывал идеологию машины, ее структуру. М.Р. Шура-Бура разрабатывал систему команд, занимался проработкой математических вопросов. Я перерабатывал их решения, требования в конкретные схемы, основанные на динамических элементах, составлял схемы АУ и устройств управления.

Михаил Романович провел исследования точности вычислений в двоичной системе при различных способах кодирования чисел и различных вариантах архитектуры арифметического устройства. В результате был принят ряд решений, в частности, такие:

- система команд — трехадресная;
- допустить совмещение выполнения арифметической операции с выборкой из оперативной памяти следующей команды (в то время это было новаторством);
- допустить совмещение операций процессора с операциями ввода-вывода данных.

Система команд для нас, программистов, была удобной. Это было важно: ведь первые программы писались в кодах машины.

В 1958 г. машина М-20 доналаживалась в СКБ-245 инженерами ИТМиВТ (В.Н. Лаутом, М.В. Тяпкиным, А.А. Соколовым, Л.А. Заком и др.) во главе с С.А. Лебедевым. А.Н. Мямлин, зав. отделом вычислительных машин ИПМ, командировал инженеров — Э.Н. Кривоносова, В.М. Михелева, В.И. Сулханова, Б.В. Карпова, В.Г. Буликова, которые отлаживали узлы машины наравне с разработчиками.

М.Р. Шура-Бура, зав. отделом программирования ИПМ, подключил программистов к написанию тестов. Очень активен был В.С. Штаркман, всегда тяготевший к вычислительной технике. Он проводил, что называется, дни и

ночи в СКБ-245, активно участвовал в наладке машины вместе с инженерами и написал комплекс тестов для разных устройств М-20. Для приемки машины были написаны и отлажены две программы. Одну из них подготовили И.Х. Зусман и В.В. Луцикович по заданию отдела К.А. Семендяева, вторую — Т.Г. Исаенко и В.А. Семячкин по заданию отдела И.М. Гельфанда. Кроме того, для Стрелы была создана несложная система — эмулятор МС («М-20 на Стреле»), позволявшая исполнять программы, написанные для М-20, на Стреле и таким способом заранее отлаживать их, не имея самой машины (автор Г.Н. Езерова).

Серьезная работа по программному обеспечению М-20 началась с создания библиотеки стандартных программ (СП).

Начиная с августа 1958 г., еще до установки машины в Институте, группе только что окончивших механико-математический факультет МГУ молодых сотрудников было поручено создать библиотеку стандартных программ — ввод и вывод на внешние устройства, переводы чисел из двоичной в десятичную систему счисления и обратно, тригонометрические функции, логарифм, операции с матрицами и др. Кроме того, нужно было разработать интерпретирующую систему, которая бы заведовала этой библиотекой. Вся идеология была выработана на семинаре отдела, который вел М.Р. Шура-Бура, а возникавшие текущие вопросы обсуждались и решались с С.С. Камыниным, который предлагал идею за идеей. Как всегда в программировании, времени было мало, все спешили, но старались и тщательно проверяли изготовленные программы.

Наконец, наступил момент, когда М.Р. Шура-Бура привез своих сотрудников в СКБ для отладки программ: Г.Н. Езерову (интерпретирующая система — ИС-1), В.В. Ковду, В.В. Мартынюка, В.И. Собельмана (стандартные программы). Несколько позже к ним присоединились Т.П. Кузнецова, Т.А. Тросман, Т.А. Шаргина. Михаил Романович и сам написал несколько СП.

М.Р. Шура-Бура тщательно следил за *экономией памяти и тактов работы М-20*, поскольку библиотечная система навсегда отнимала у счетных задач часть оперативной памяти и обязана была работать быстро. Когда система задышала, стало ясно, что ИС-1, обладавшая многими возможностями, тратит лишние такты и занимает много памяти. Поэтому, отказавшись от излишнего универсализма ИС-1 и виртуозно используя систему команд М-20, М.Р. Шура-Бура (буквально за одно воскресенье, чуть меньше суток) написал новую интерпретирующую систему ИС-2 [1]. Это была жемчужина программирования в кодах ЭВМ!

Организация СП сохранена в том виде, как было в ИС-1, она была понятной и настолько удобной, что, как вспоминает профессор А.К. Платонов (отдел Д.Е. Охочимского), он и его сотрудники оформляли часто используемые куски своих рабочих программ как СП и обращались к ним через ИС-2.

Система сразу получила широкое признание среди специалистов. Фактически она «реализовывала некоторые функции будущих операционных

систем, осуществляя динамическое связывание, подкачку и смену используемых подпрограмм, причем все это делалось с небольшими накладными расходами и весьма скромными запросами на память. Высокая эффективность ИС-2 и хорошо продуманный интерфейс с основной программой сделали ее (как и положено операционной системе) неотъемлемой частью комплекта поставки ЭВМ» [2, с.256].

В ноябре 1959 г. на «Всесоюзном совещании по вычислительной математике и вычислительной технике» программисты ИПМ сделали доклады: М.Р. Шура-Бура — об ИС-2; С.С. Камынин — о системе СП для метода интерпретации; В.И. Собельман, Т.А. Тросман, Т.П. Кузнецова — о разных СП библиотеки ИС-2; В.В. Мартынюк — о программе ПАПА для М-20.

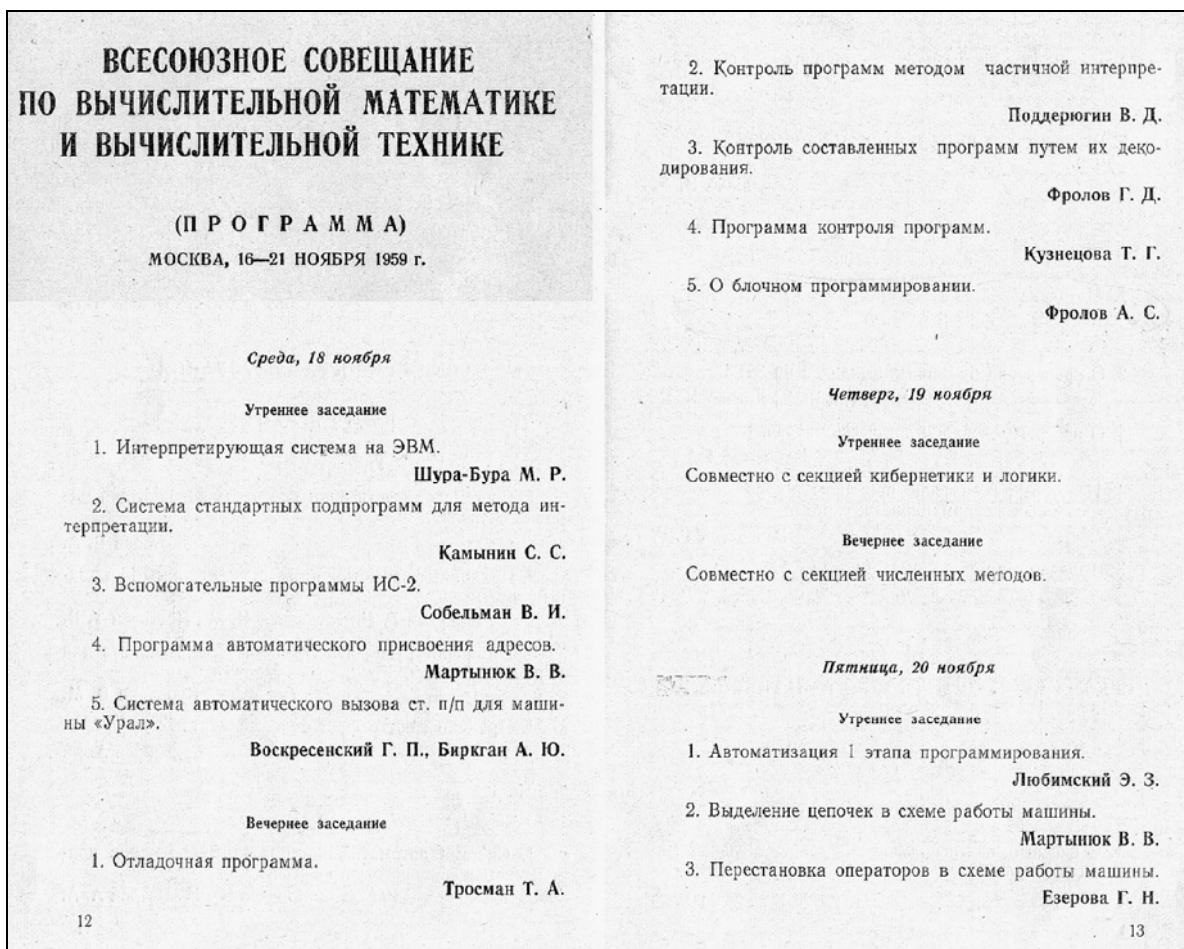


Рис. 1. Фрагмент программы совещания 1959 г.

Несколько слов о ПАПА (Программе Автоматического Присвоения Адресов). В процессе программирования и отладки программ в кодах машины возникает необходимость переставить, заменить, вставить или выбросить отдельные группы команд или чисел, или заимствовать некоторые куски из уже имеющихся программ. Такие действия, выполняемые вручную, очень трудоемки, т.к. они требуют систематической коррекции большого числа

адресов. ПАПА взяла на себя труд освободить программиста от этой механической работы. Выполняя его указания, ПАПА формировала программу с нужного адреса и выдавала ее на перфокарты для последующего ввода и счета [3].

Когда в конце 1958 г. М-20 (первый экземпляр) перевезли в Институт, она уже была освоена как инженерами, так и программистами. Для математиков прошли семинары по системе команд новой машины и системе ИС-2.

<p>УТВЕРЖДАЮ Директор Отделения прикладной математики МИ АН СССР академик М.В.Келдыш 20 апреля 1961 г.</p>	<p>ПРОГРАММА ТЕХМИНИМУМА для инженеров и научных сотрудников математических отделов, работающих на машинах.</p>
--	--

1. Арифметические основы электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ).
 - а) Позиционные системы счисления.
 - б) Перевод чисел из одной системы в другую.
 - в) Формы представления чисел в ЭЦВМ.
 - г) Арифметические и логические действия в двоичной системе (основы методики).
2. Основные сведения об устройстве и логической схеме ЭЦВМ. (Стрела, М-20, Восток).
 - а) Система запоминающих устройств (ЗУ) (ёмкость, быстродействие различных ЗУ и связь с другими устройствами).
 - б) Основные сведения о структуре и способах работы АУ.
 - в) Идея контроля выполнения операций на машине "Восток".
 - г) Структура устройства управления (режимы формирования исполнительных адресов, групповые режимы и т.п.)
 - д) Устройства ввода - вывода и режимы ввода - вывода. Методы контроля операций ввода-вывода.
 - е) Пульт, индикация, возможности пульта.
3. Системы команд "Стрелы", "М-20", "Востока" во всех подробностях.
4. ИС-2 для М-20.
 - а) Возможности ИС-2.
 - б) Основные блоки ИС-2.
 - в) Стандартные ячейки ИС-2.
5. Основные сведения о библиотеке СП для ИС-2 (алгоритмы, формы обращения, ав.осты).
 - а) Вычисление элементарных функций и переводы.
 - б) программы контроля и отладки.
 - в) ПАПА.
 - г) Вычисление с двойной точностью.
 - д) Задачи линейной алгебры.
 - е) Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
 - ж) Обмен информацией между различными ЗУ и выдачи.

Рис. 2. Программа техминимума

М.В. Келдыш следил за изучением, как бы сейчас сказали, основ информатики всеми сотрудниками Института. Им даже был издан приказ о сдаче техминимума. На рис. 2 приведена программа техминимума, выпущенная в апреле 1961г.

Забегая вперед, отметим, что М-20 прожила в ИПМ до 1965 года.

К этому времени в ИТМиВТ была создана новая полупроводниковая машина БЭСМ-4: главный конструктор — О.П. Васильев; научный руководитель — С.А. Лебедев. Машина была архитектурно и программно совместима с М-20 и имела большую оперативную и внешнюю память. В 1965 году Институт получил две БЭСМ-4. М-20 демонтировали, а две новые машины установили в том же зале, где работала их «старшая сестра».

Несколько позднее, с 1968 года, на московском заводе САМ и казанском заводе ЭВМ начался выпуск полупроводниковых машин, также совместимых по коду с М-20, но с улучшенными характеристиками — М-220, М-220М, М-222. С 1968 года по 1974 год было выпущено свыше 800 экземпляров.

М.Р. Шура-Бура и его сотрудники модернизировали систему ИС-2 и библиотеку СП (новое имя — ИС-22 [12]) с целью более полного использования новых возможностей этих машин, связанных с увеличением памяти. Общая схема работы ИС-2 сохранилась и в ИС-22. Изменения введены таким образом, чтобы большая часть наиболее часто использовавшихся библиотечных СП для ИС-2 без каких-либо изменений перешла в ИС-22.

Можно представить себе, насколько долгую и интенсивную жизнь прожила наша «первая мини-ОС» (так М.Р. Шура-Бура называл ИС-2), заслуженно вошедшая в историю информатики нашей страны.

Но вернемся к концу 1958 года.

Вскоре после установки М-20 в Институте в прессе появилось сообщение о новом языке Алгол.

2. Алгоритмический язык АЛГОЛ-60. Транслятор ТА-2

Алгол — алгоритмический язык высокого уровня, предназначенный для решения научно-технических задач на ЭВМ. Первый вариант языка — Алгол-58 был опубликован в 1958 году [4]. Толчком к разработке Алгола послужило появление в 1957 г. и широкое распространение в США языка Фортран [5]. Новый язык многое унаследовал от Фортрана, но в Алголе основные понятия Фортрана были собраны в более логичную, можно даже сказать «изящную», структуру. Этот язык Грейс Хоппер (о ней будет идти речь ниже) определила так: «Похож на большую поэму: простой и ясный с точки зрения математики, но отнюдь не практичный».

Алгол-58, по мнению специалистов, имел ряд недостатков. Для их устранения Международная федерация по обработке информации (IFIP)

создала специальный комитет. В него вошёл ряд ведущих европейских и американских учёных и инженеров-разработчиков языков. В их числе: Джон Бэкус — один из создателей Фортрана, датский астроном Питер Наур, нидерландский учёный Эдсгер Дейкстра, впоследствии получивший широкую известность как один из создателей структурного программирования. Комитет предложил новый вариант стандарта — Алгол-60. Он и стал «классическим» Алголом.



Рис.3. Комитет по разработке Алгола-60 «голосует» на конференции в Париже. Джон Бэкус (ближайший к камере справа) и Питер Наур (четвертый слева)

Еще в 1959 году Джон Бэкус предложил «нормальную форму Бэкуса» (БНФ или BNF) — формальный способ описания синтаксиса алгоритмических языков. После усовершенствований, которые внес Питер Наур, возникла форма Бэкуса-Наура (аббревиатура та же), которая использовалась для спецификации языка Алгол уже на этапе его разработки.

Многие идеи Алгола получили в дальнейшем применение и развитие в других языках. Это блочная структура, рекурсия (способность программ повторно обращаться к себе); формальный способ описания — БНФ.

У нового языка нашлись как приверженцы, так и критики. В США к Алголу отнеслись холодно, он был популярен только в академической среде, и то не повсеместно. А вот в Европе Алгол приняли с энтузиазмом. Он распространился от Великобритании до Советского Союза. «Сообщение об Алголе-60» [6] стало настольной книгой для целого поколения программистов и студентов, изучавших языки программирования.

Разумеется, Алгол в конце концов пробился ко многим американским компьютерам, но так и не одолел Фортран, стартовавший первым и уже завоевавший рынок. Американцы настаивали на языке, который был бы близок к уже используемым на компьютерах. Европейцев интересовали не столько

компьютеры, сколько мощь языка при решении сложных математических задач.

Как только появилось сообщение об Алголе, три коллектива отечественных программистов взялись за создание трансляторов для машины М-20.

- Одна из групп, работавшая в ОКБ-1 МОМ С.П. Королева, трудилась над транслятором ТА-1 под руководством С.С. Лаврова [7].
- Вторая группа сотрудников ИПМ создавала транслятор ТА-2 (руководители М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимский) [8].
- Третья работала над транслятором Альфа в Сибирском отделении АН под руководством А.П. Ершова [9].

Разработчики ТА-2, в отличие от авторов двух других трансляторов, решили в качестве исходного языка взять полный Алгол-60 без каких-либо изъятий.

От рекурсивных процедур и некоторых других трудно реализуемых элементов языка отказались авторы ТА-1 и Альфа-транслятора. У них были другие цели: скорость трансляции (ТА-1), эффективность получаемого кода (Альфа-транслятор). Мы не будем сравнивать качества этих трансляторов, каждый из них имеет свои преимущества. Расскажем подробнее о нашем трансляторе ТА-2.

Создателями его были сотрудники отдела программирования И.Б. Задыхайло, И.Х. Зусман, С.С. Камынин, Д.А. Корягин, Э.С. Луховицкая, В.В. Луцикович, В.В. Мартынюк, В.А. Семячкин, В.И. Собельман, Г.М. Олейник-Овод, Л.В. Ухов. И, конечно, руководители — М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимский. Разработчики были в основном выпускниками МГУ и имели за плечами опыт в составлении разного рода программ. Особых трудностей работа не вызывала. Исключением было программирование блока процедур. Это была наиболее сложная часть транслятора. Реализация рекурсивности и учет всех типов параметров, определенных в описании Алгола-60, требовали очень высокой квалификации и изобретательности программистов. Поэтому к концу работы, к основным исполнителям, подключилась «тяжелая артиллерия» — М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимский. К весне 1963 года транслятор был полностью готов к эксплуатации.

В июне 1963 года все мы, разработчики ТА-2, отправились в Киев на Международную конференцию социалистических стран — «Методы автоматического программирования и машинные языки» с докладами и с транслятором на магнитных лентах. С нами поехал молодой инженер Ю.М. Баяковский, ныне известный специалист в области компьютерной графики. С помощью Баяковского транслятор был установлен в киевском Институте кибернетики и подготовлен к испытаниям. И они состоялись.

ПРОГРАММА РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

(Киев, ул. Кирова, 4, конференц-зал)

3 июня. Начало в 11 часов

1. Открытие конференции.
2. О работах проводимых в Болгарии по вопросам: автоматизация программирования для ЭВМ и исследования по внутренним языкам и логической структуре машин.
Б. Сендов (45 мин.)
3. О работах в Венгрии по автоматизации программирования, внутренним языкам и логической структуре электронных вычислительных машин.
Л. Кальмар, Т. Фрей, Б. Домелки (45 мин.)

Вечернее заседание (15—18 час.)

4. Актуальная проблематика по автоматическому программированию в Польше.
Л. Лукашевич (45 мин.)
5. Состояние и перспективы развития автоматизации программирования в СССР.
М. Шура-Бура, В. Курочкин, А. Ершов (45 мин.)
6. Об одном из путей автоматизации программирования.
В. М. Глушков
7. О некоторых алгоритмически неразрешимых проблемах в алгоритмических языках.
Г. Тиле (20 мин.)

4 июня. Утреннее заседание (9—12 час.)

Цикл из 8 сообщений по транслятору ТА, разработанному в Комиссии по эксплуатации вычислительных машин:

1. Транслятор ТА: Алгол-60 — машина М-20.
М. Р. Шура-Бура (45 мин.)
2. Контроль синтаксиса исходной информации в ТА.
Л. В. Ухов (45 мин.)
3. Выделение понятий в ТА.
М. Р. Шура-Бура, Д. А. Карягин
В. В. Мартынюк (20 мин.)
4. Программирование выражений в ТА.
Э. З. Любимский, С. С. Камынин (20 мин.)
5. Принципы распределения памяти в ТА.
В. В. Мартынюк, В. А. Семечкин
И. Х. Зусман (30 мин.)
6. Процедуры обмена в ТА.
С. С. Камынин, Э. З. Любимский (20 мин.)

4 июня. Вечернее заседание (15—19 час.)

7. Процедуры в ТА.
М. Р. Шура-Бура, В. И. Сوبельман,
В. В. Луцикович, И. Б. Задыхайло,
Г. М. Олейник (30 мин.)
8. Формирование адресов в ТА.
Э. С. Луховицкая (20 мин.)
9. Алгоритмы организации информации в машинах с большой памятью.
С. С. Камынин, Э. З. Любимский (20 мин.)

Рис. 4. Программа конференции 1963 г. в Киеве

Разработчики Альфа-транслятора привезли с собой тест «Man or Boy». Этот тест был написан Дональдом Кнутом, тогда еще очень молодым, а теперь известнейшим специалистом, автором томов «Искусство программирования». Тест, как вспоминает Д.А. Карягин, участник событий, «проверял потенцию рекурсивности, обеспечиваемую транслятором. Если транслятор допускал более чем 10-уровневую рекурсивность, то он получал оценку “Man”, в противном случае — “Boy”» [10, стр.21,22]. Коллеги из Новосибирска привезли тест, настроенный на 12-уровневую рекурсию. ТА-2, потратив немало времени, с этим тестом справился.

Нужно заметить, что для реализации рекурсии требовался большой объем памяти. Возможности М-20 были весьма скромными: оперативная память — около 20 Кбайт. Необходимо было найти подход, который позволил бы снять это ограничение. И такой подход был найден. Программным путем было реализовано поле «математической памяти» (сейчас сказали бы «виртуальной

памяти») со сплошной адресацией, включающее как оперативную, так и внешнюю память. За это нужно было платить увеличением времени доступа к данным, но ограничение на объем памяти было снято. Это было очень важное решение. Автор программы на Алголе мог не знать емкостей отдельных блоков внешней памяти и соотношения их скоростей. Его программа все равно работала правильно.

— На той же конференции 1963 года, — комментирует М.М. Горбунов-Посадов, — С.С. Камынин и Э.З. Любимский сделали доклад "Алгоритм организации информации в машинах с большой памятью" (рис. 4, последний в правом ряду), где впервые в мире, на семь лет раньше, чем на Западе, предложили и проанализировали, получив все необходимые оценки, концепцию В-дерева. К сожалению, труды конференции не были изданы, сохранилась только рукопись этой работы, и поэтому по сей день в "Искусстве программирования" Д. Кнута значится, что В-дерево родилось лишь в 1970 году, а авторами идеи считаются Р. Бэйер и Э. Мак-Крейт и (независимо от них) М. Кауфман.

В начале раздела было упомянуто имя Грейс Хоппер. Судьба этой женщины настолько удивительна, что мы решили вкратце рассказать о ней.

Грейс Хоппер (1906 года рождения) — математик, доктор наук, программист. Более 40 лет проработала в ВМС США. В годы Второй мировой войны была направлена на работу в Гарвардский университет, в отдел, занимавшийся вычислениями для нужд артиллерии. Здесь, по ее словам, она стала «третьим в мире программистом первого в мире большого цифрового компьютера "Марк-1"». Машина имела 17 м в длину и 2,5 м в высоту и могла производить по три операции сложения или вычитания в секунду. Первой задачей Грейс Хоппер был расчет баллистических таблиц для корабельных орудий противовоздушной обороны.

Начав со звания лейтенанта, Грейс Хоппер дослужилась до звания контр-адмирала, которое ей было присвоено в 1985 г. президентом Рональдом Рейганом.

Грейс Хоппер была одной из первых, кто задумался над тем, как упростить процесс программирования, как сделать компьютер доступным широкому кругу ученых. В поисках ответа на этот вопрос она пришла к идее



Рис. 5 Поздравление Рейгана

создания компиляторов, переводящих символическую запись в машинный код. В результате в 1952 г. появился компилятор A-0 compiler.

С именем Грейс Хоппер связано появление в программистской практике терминов *bug* и *debugging* (ошибка и отладка). Однажды во время работы компьютера Марк-II произошел сбой. Оказалось, что в одно из реле попал мотылек. С предельной осторожностью его извлекли пинцетом. А в журнале появилась соответствующая запись. Позднее Грейс Хоппер вспоминала: «Когда к нам зашел офицер, чтобы узнать, чем мы занимаемся, мы ответили, что очищаем компьютер от насекомых (*debugging*)». Термин «*debugging*» (отладка) с тех пор прижился.

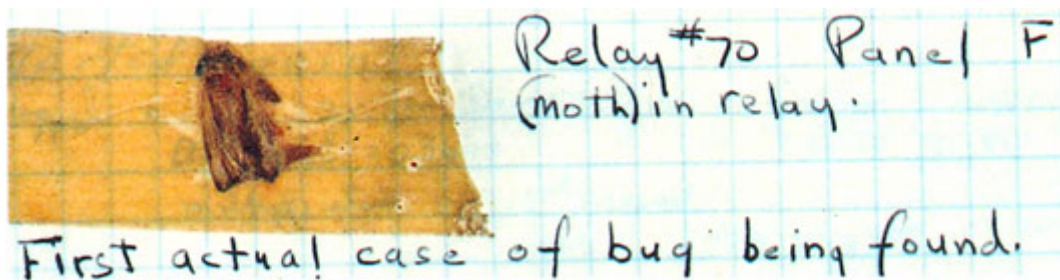


Рис. 6. Тот самый жук

Ее отправили в отставку из армии в возрасте шестидесяти лет, но уже через год флот опомнился и вернул старушку в свои ряды, при этом с ней был подписан пожизненный контракт — она была назначена на должность главного системного аналитика американского военно-морского флота. Грейс Хоппер стала лауреатом многих почетных наград, включая самую первую премию «Человек года в компьютерной технике» (1969 г.). С 1971 г. Ассоциация вычислительной техники присуждает награду ее имени — для молодого (до 35 лет) специалиста, сделавшего значительный шаг в области вычислительной техники. Первым такой чести был удостоен Доналд Эрвин Кнут.

Умерла Грейс Хоппер 1 января 1992 года. Как и положено по флотскому уставу, контр-адмирала Грейс Хоппер похоронили на Арлингтонском кладбище, отдав все воинские почести, а ее имя снова вернулось в списки флота США — именем Грейс Хоппер назвали новый ракетный фрегат.

3. Комиссия по эксплуатации вычислительных машин М-20 (КЭВМ)

Параллельно с работами по Алголу в начале 1961 г. по инициативе ИПМ началось движение за создание ассоциации пользователей ЭВМ типа М-20. На учредительном собрании членов ассоциации весной 1961 года М.Р. Шура-Бура был избран председателем совета ассоциации. А в июле 1961 года «ассоциация решением Президиума АН СССР получила статус юридического лица и официальное название «Комиссия по эксплуатации вычислительных машин М-20» (КЭВМ) [11, с.10].

Вот выдержка из положения об этой комиссии:

«...Комиссия по эксплуатации вычислительных машин М-20...является межведомственным координирующим органом в области эффективной эксплуатации вычислительных машин М-20,...вырабатывает рекомендации, ... организует консультации по соответствующим вопросам, ... проводит работы по автоматизации программирования на М-20» [11. с.10].

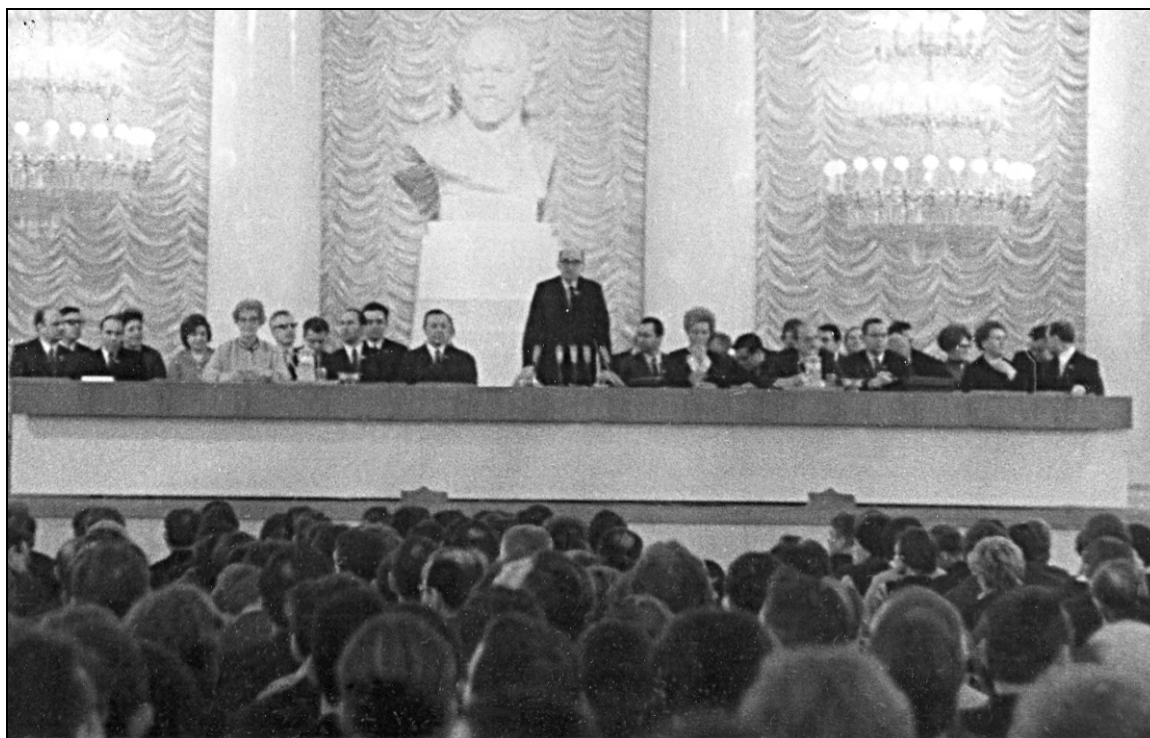


Рис.7. Заседание КЭВМ в Колонном зале Дома союзов.
Председательствует М.Р. Шура-Бура

Из числа сотрудников ИПМ была создана координирующая группа КЭВМ. В нее вошли: Н.В. Дмитриева, Т.П. Новикова, В.В. Бурцева, Т.И. Власова. Институт выделил открытое (без пропусков) помещение, куда беспрепятственно могли приезжать члены ассоциации. Группа проводила очень большую работу. Как уже говорилось, ИС-2 и трансляторы ТА-1, ТА-2 поставлялись вместе с машиной заводом-изготовителем. Но со временем в трансляторы вносились исправления (ведь в процессе эксплуатации выявлялись ошибки). В координирующей группе можно было получить исправленные версии.

С появлением новых ЭВМ, совместимых по коду с М-20, но с улучшенными характеристиками — М-220, М-220М, М-222 — потребовалась, как уже упоминалось, модификация библиотеки СП и ИС-2 (новое имя ИС-22) [12]. Авторы трансляторов также создали новые, усовершенствованные ТА-1М, ТА-2М, транслятор с Автокода (работавший на БЭСМ-4 и М-220 с начала 1968 г.) [13], совершенствовалась и операционная система ОС 4-220 [14]. Авторами

Автокода и ОС-4-220 были наши сотрудники Ю.М. Баяковский и Т.Н. Михайлова.

Новинки распространялись через координирующую группу, которая за всем этим следила, оповещала членов ассоциации и готовилась к тому, чтобы передать заинтересованным организациям свежие версии на лентах и перфокартах. Кроме того, группа создала библиотеку. В ней была собрана литература по описанию языков, инструкции по использованию математического обеспечения. Сначала все это относилось только к машинам типа М-20. Но постепенно в библиотеку добавлялась информация по другим машинам и системам, в том числе и по БЭСМ-6. Сохранившееся издание 1969 года «Список литературы...» содержит 59 позиций [15].



Рис.8. Ташкент, 1963г.

Слева направо: Э.Н. Кривонос, В.С. Штаркман, М.Р. Шура-Бура, И.Х. Зусман — сотрудники ИПМ.

КЭВМ организовывала консультации, семинары по всем возникавшим вопросам, техническим и программным, помогала в установке трансляторов.

На рис.8 мы видим рабочий момент наладки М-20 и установки ТА-2 в Ташкенте в 1963 году.

В 1969 г. была образована комиссия из членов ассоциации, которая получила сравнительные характеристики алгольных трансляторов ТА-1М, ТА-2М и Альфа с точки зрения практического использования. В выпущенной брошюре давались рекомендации, полезные при выборе транслятора для включения в программное обеспечение той или иной машины [16].

КЭВМ смогла привлечь к своей деятельности широкую общественность, в течение многих лет она являлась инициатором и организатором различных программистских и инженерных форумов. Ей удалось добиться унификации машин типа М-20 и наладить обмен программами.

В 1971 году, когда КЭВМ исполнилось 10 лет, в нее входило около 250 организаций. Это дата отмечалась ассоциацией в ресторане Будапешт (рис. 9).



Рис. 9. Празднование 10-летия КЭВМ. Выступает М.Р. Шура-Бура.

Все участники ассоциации с большим уважением относились к членам координирующей группы, были благодарны ей за внимание и четкость в работе.

КЭВМ просуществовала около двадцати лет.

4. Электронная вычислительная машина Восток

Интересной самостоятельной разработкой Института была созданная группой наших инженеров под руководством А.Н. Мямлина ламповая ЭВМ Восток.

Богатейший опыт инженерной эксплуатации машин, тесное сотрудничество с системными и прикладными программистами позволили А.Н. Мямлину сформулировать в 1959 г. основные принципы новой машины:



А.Н. Мямлин

- машина для научных расчетов должна быть быстрой,
- опираться на имеющуюся на тот момент конструктивную базу,
- иметь встроенный аппаратный контроль, т.е. должна быть надежной и не требовать повторных контрольных просчетов.

А.Н. Мямлин начал формировать коллектив разработчиков еще в период установки М-20. В него вошли: В.М. Михелев, Е.П. Кузин, В.К. Смирнов, В.И. Сулханов, Р.В. Калашников, В.М. Головков, В.Ю. Вершубский, Э.И. Наумов, В.В. Косяков. Это был костяк разработчиков, позднее к ним присоединились и другие сотрудники.

Какие функции выполняли эти сотрудники?

В.М. Михелев занимался созданием элементов для новой машины, затем переключился на проектирование арифметического устройства. Впоследствии к нему присоединился Е.П. Кузин, а В.М. Михелев приступил к разработке системы контроля машины и внес решающий вклад в ее создание.

В.К. Смирнов и Р.В. Калашников проектировали центральное устройство управления.

В.И. Сулханов создавал оперативную память (на базе МОЗУ машины М-20).

В.М. Головков проектировал сверхоперативную память небольшой емкости, но высокого быстродействия.

В.Ю. Вершубский, Э.И. Наумов, и В.В. Косяков приступили к созданию магнитного барабана большой емкости.

Результаты наработок были доложены на «Всесоюзном совещании по вычислительной математике и вычислительной технике» уже в ноябре 1959 года:

А.Н. Мямлин «Универсальная вычислительная машина с контролем» [17].

А.Н. Мямлин, В.М. Михелев, Е.П. Кузин «Арифметическое устройство универсальной вычислительной машины с контролем» [18].

В.М. Михелев «Потенциальный сумматор на 36 разрядов с временем срабатывания 0,5 мксек» [19].

В.И. Сулханов. « Об использовании плоскостных германиевых диодов в импульсных схемах».

А.Н. Мямлин, В.Ю. Вершубский, Э.И. Наумов «Запись цифровой информации на магнитном барабане с высокой плотностью» [20].

Работа над Востоком была завершена в 1963 году.
Что же нового было сделано в этой машине?

Аппаратный контроль

На Востоке контролировались:

- Все операции в арифметическом устройстве.
- Выборка и запись информации в запоминающих устройствах.
- Передача информации из одного запоминающего устройства в другое.
- Правильность обращения по адресам.
- Модификация адресов команды.
- Правильность передачи управления [21, с. 19].

Совмещение операций

При работе машины обрабатывались сразу три команды. При выполнении команды n одновременно подготавливалась команда $n+1$ и завершался контроль операции в команде $n-1$, результат этой операции записывался в оперативную память. Одновременно с работой арифметического устройства информация из одного вида памяти могла пересылаться в другой.

Двухуровневая оперативная память

В машине было две оперативных памяти — ОЗУ1, емкостью 4096 слов и ОЗУ2, емкостью 63 слова. ОЗУ2 — это быстрая память, в 4 раза более быстрая, чем ОЗУ1. Программа хранилась в ОЗУ1, команды программы выполнялись, используя ОЗУ2, что давало существенное ускорение счета.

Магнитный барабан

Особенностью магнитного барабана были миниатюрные магнитные головки и плавающая система подвески. Это позволило получить емкость барабана на порядок выше емкости барабана М-20, имевшего те же размеры. При этом заметно повышалась стабильность его работы.

Итак: аппаратный контроль, двухуровневая оперативная память, конвейерная обработка сразу трех команд (т.е. совмещение операций), новые быстрые магнитные барабаны и многие другие инженерные находки — это целый ряд передовых идей, реализованных в машине Восток.

На то время (1963 год) Восток был самой быстродействующей ламповой машиной с контролем в Европе!

ЭВМ Восток была принята Межведомственной комиссией под председательством академика А.А. Дородницына в мае 1963 года. Летом 1963 года был сделан доклад на расширенном заседании Президиума АН СССР. Участники разработки были удостоены премии Президиума АН, а Ученый совет ИТМиВТ под председательством С.А. Лебедева присудил А.Н. Мямлину ученую степень доктора технических наук. С.А. Лебедев, вначале встретивший идею о машине со схемным контролем скептически, после успешного ее испытания публично поздравил А.Н. Мямлина с достигнутым успехом в теории и практической реализации ЭВМ.

Машину быстро освоили, поскольку была выпущена подробнейшая «Инструкция по программированию для быстродействующей вычислительной машины “Восток” (авт. В.В. Мартынюк и Е.П. Кузин) [22]. В.А. Семячкин создал Интерпретирующую систему и библиотеку стандартных программ [23]. По сравнению с ИС-2 для М-20 ИС для Востока имела некоторые особенности, но набор СП в библиотеке был привычным для сотрудников нашего Института. Был создан транслятор с Алгола. Авторы — С.С. Камынин, В.В. Луцикович, Э.З. Любимский, В.А. Семячкин [24].

Восток успешно проработал до 1974 г. Он внес существенный вклад в повышение вычислительных мощностей Института.

5. Электронная вычислительная машина Весна

В 1964 году начался выпуск новой ЭВМ Весна. Ее разработали в Конструкторском бюро Госкомитета по радиоэлектронике (с 1978 г. — НИИ "Квант" Минрадиопрома). Главный конструктор — В.С. Полин, заместитель — В.К. Левин (ныне академик). От организаций соисполнителей — М.Р. Шура-Бура (ИПИМ АН СССР). Это была первая отечественная полупроводниковая вычислительная машина общего назначения.

Некоторые технические характеристики:

- центральный и периферийный процессоры (соответственно ЦВУ и КВУ);
- оба процессора имели системы прерываний программ, необходимые для управления параллельной работой процессоров и внешних устройств (в мультипрограммном режиме); а также систему защиты памяти (управляемое разграничение доступа к памяти);
- трехуровневая память;
- широкий набор операций над числами разнообразной структуры;
- производительность — до 300 тыс. операций (команд) в секунду.

Предполагалось, что эта машина будет установлена в нашем Институте, и, как обычно, подготовка к этому началась заранее. Группа программистов под руководством В.С. Штаркмана создала операционную систему. В эту группу входили: Г.Н. Езерова (ЦВУ), А.И. Мамаева, С.Т. Мишакова и Т.А. Тросман (КВУ). В.С. Штаркман осенью 1964 года защитил кандидатскую диссертацию. Это была первая в нашей стране диссертация по операционным системам.

Другая группа программистов под руководством Л.Б. Морозовой занималась транслятором с Алгола. Его создатели — И.С. Баркова, В.Л. Ушкова, Г.М. Олейник-Овод, В.А. Фисун, Вик.С. Штаркман. Транслятор был написан, отлажен, получил имя ТАВ и был готов к приемке машины. Сотрудники одного из математических отделов — Т.Н. Михайлова и Т.А. Сушкевич подготовили для приемки серьезные счетные программы.

Однако изначально планировавшаяся поставка Весны в наш Институт не состоялась. А.Н. Мямлину удалось, несмотря на другую точку зрения (М.Р. Шура-Бура и В.С. Штаркман), убедить ученый совет и директора в том, что необходимо переориентироваться на ЭВМ БЭСМ-6.

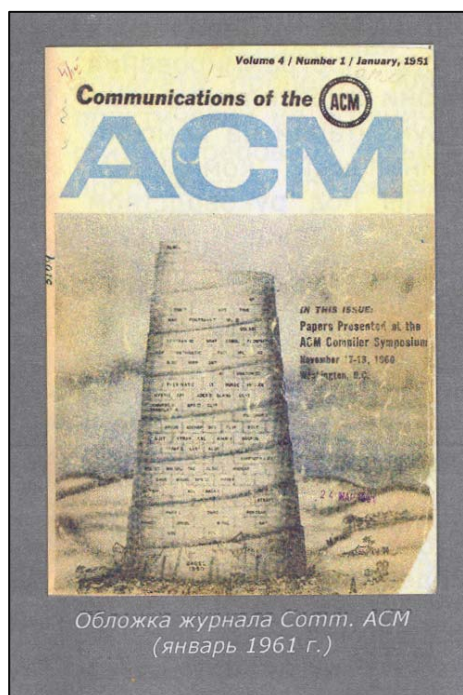
Что касается ЭВМ Весна, то она выпускалась на Минском заводе до 1972 года, всего было выпущено 19 машин. Первый экземпляр машины поступил в вычислительный центр Министерства обороны.

Один из экземпляров был поставлен в Гидрометцентр. Ее взял под свою опеку Константин Адольфович Семендяев. В 1964 году Константин Адольфович перешел из ИПМ в Гидрометцентр на должность заведующего лабораторией методов программирования. Он организовал ассоциацию пользователей Весны, проводил семинары, приглашал докладчиков. В частности, там выступали наши сотрудники Л.Б. Морозова, Г.Н. Езерова и др.

Так что труды Института не были напрасными.

6. Алгоритмический машинно-ориентированный язык — АЛМО

Конец 50-х — начало 60-х годов было не только временем активного создания трансляторов с алгоритмических языков: Фортрана, Алгола. Начался, как удачно выразился Д.А. Корягин [10, с.24], «лавинообразный процесс языкотворчества». Неудивительно, что на обложке первого номера популярного журнала «Communications of the ACM» изображена Вавилонская башня.



Обложка журнала *Comm. ACM*
(январь 1961 г.)

В среде системных программистов, писавших трансляторы в машинных кодах, зрела идея создания специализированных языков для создания трансляторов и других больших систем. Хотелось, чтобы этот язык был машинно-ориентированным, т.е. чтобы он был близок к языку вычислительных машин. Хотелось, кроме того, чтобы такой язык был и языком-посредником.

Ведь для того, чтобы создать трансляторы с M языков на N машин нужно написать $M \cdot N$ трансляторов, пусть даже они пишутся на удобном языке. А с использованием языка-посредника для решения той же задачи достаточно написать M трансляторов с исходного языка на язык-посредник и N трансляторов с языка-посредника на N машин. $M+N$ против $M \cdot N$.

Заманчивая идея! Тем более что компьютерная индустрия тоже не стояла на месте.

Первой такой попыткой был язык UNCOL, разработанный М.Е. Конвеем в 1958 году [25]. Вскоре появились и другие аналогичные работы. У нас в стране были созданы языки АЛМО [26], Эпсилон [27], Сигма [28].

Здесь мы расскажем о языке АЛМО, разработанном в нашем Институте, и об Универсальной системе программирования, созданной на его основе.

АЛМО (АЛгоритмический Машинно-Ориентированный) — это язык. В то же время это абстрактная вычислительная машина (авторы ее назвали также АЛМО), близкая к машинам, работавшим в 60 - 70-ые годы.

Машина АЛМО имеет память (даже несколько видов памяти), набор операций, близкий к системам команд машин, и ряд других свойств. Все это позволяет выполнять программу, написанную на языке АЛМО, «почти так же эффективно, как аналогичную программу, написанную специально для этой машины» [26, с.6-7]. Потеря эффективности может произойти лишь из-за особенностей конкретной машины, например, при использовании числа как команды.

Организация системы программирования на базе АЛМО предполагает следующую схему работы.

- Для каждой машины должен быть создан компилятор с языка АЛМО на язык этой машины. Практика показала, что такие компиляторы оказываются не слишком сложными.
- Транслятор с каждого проблемно-ориентированного языка, например Алгола, пишется на АЛМО. Затем транслятор переводится с помощью компилятора в код конкретной машины.
- Программа, написанная на проблемно-ориентированном языке (например, на Алголе), переводится на АЛМО транслятором, работающим в коде машины, а затем компилятором в код машины, где и исполняется.

Работа по реализации системы программирования на базе АЛМО началась сразу после того, как было опубликовано описание языка [26]. Первыми были создатели компилятора АЛМО-БЭСМ-4: В.В. Богданов, Т.Г. Исаенко, Н.А. Коновалов, В.А. Семячкин и другие [29].

В том же году приступили к работе авторы транслятора Комплекс Алгол: И.В. Горельшева, Э.Х. Кац, Э.С. Луховицкая [30,31].

Затем подключился коллектив по созданию транслятора Фортран-АЛМО: Ю.А. Бухштаб, Е.А. Ермаков, Д.А. Корягин, А.М. Левина (Горелик), А.В. Маклаков [32].

Начал создаваться транслятор Алгамс-АЛМО: авторы В.В. Луцикович, Л.М. Немировская, Л.В. Ухов [33].

Дадим некоторые пояснения, касающиеся трансляторов.

Комплекс Алгол — представляет собой совокупность транслятора с языка типа Алгол и средств отладки в терминах языка. В зависимости от заданного

режима можно получить информацию о месте аварийного останова в терминах языка, предпринять некоторые действия, например, сделать необходимые выдачи.

Алгамс-АЛМО — транслятор с языка Алгамс, дополненного рекурсивными процедурами. Алгамс был разработан в 1963-1966 годах Группой по Автоматизации программирования для Машин Среднего типа (ГАМС), созданной комиссией многостороннего сотрудничества Академий наук социалистических стран. В основу Алгамса положен язык Алгол, на который наложены некоторые ограничения, облегчающие процесс трансляции [33,34].

Фортран-АЛМО — транслятор с языка Фортран IV.

На Первой Всесоюзной конференции по программированию (ВКП-I) в 1968 году (г. Киев) были сделаны доклады об этих работах.

В помощь создателям трансляторов Л.А. Хиздером была разработана система SW, предназначенная для выдачи результата трансляции на печать [35]. Она позволяла выдать информацию об ошибке и небольшую окрестность исходного текста. Можно было выдать весь текст с разрывами, в которых содержалась информация об ошибке в исходном тексте. Имелись и другие возможности. Программа была также написана на АЛМО.

Несколько позже началась работа по созданию транслятора Форшаг-АЛМО: авторы А.М. Горелик, Е.В. Хухлаев [36]. Это транслятор с языка Фортран IV, который наряду с выполнением функций, присущих обычным трансляторам, давал возможность вести шаговую, пооператорную трансляцию в диалоговом режиме при работе на терминалах.

Компилятор АЛМО-БЭСМ-4 заработал в 1968 году. Началась отладка трех первых трансляторов на БЭСМ-4. К концу 1969 года они уже работали на БЭСМ-4 и на машинах, совместимых по коду с БЭСМ-4, — М-220, М-222.

Компилятор АЛМО-БЭСМ-6 был готов к 1970 году. Началась отладка Форшага. А в 1972 году все четыре транслятора эксплуатировались на БЭСМ-6.

Компиляторы АЛМО появлялись и на других машинах. Например, в ВИКИ им. А.Ф. Можайского (Ленинград) был создан компилятор для СПЭМ-80. Затем на этой машине заработал Комплекс Алгол [37].

Все это время создавалась библиотека стандартных алгоритмов. Этим занималась Т.Г. Исаенко (руководитель М.Р. Шура-Бура).



Рис.10. Обложка учебника

В первом выпуске пособия «Библиотека стандартных алгоритмов» [38] приведены программы на языках АЛМО и Алгол.

АЛМО использовался в разных организациях не только как промежуточный язык, но и как язык программирования для создания систем программ. К ним, прежде всего, относятся программы решения задач логического и информационного характера.

АЛМО, хотя и не создавался специально для решения таких задач, тем не менее подкупает своей эффективностью и возможностями. На рис.10 представлена обложка учебника по программированию на АЛМО. Авторы: В.В. Богданов, Е.А. Ермаков, А.В. Маклаков [39].

В 1974 году было проведено исследование под руководством Э.С. Луховицкой по оценке эффективности трансляторов, разработанных на базе АЛМО [40]. Был выбран ряд задач, участвовавших в производственном счете на БЭСМ-6. Исследовались трансляторы, написанные вручную (ФОРТРАН Дубна [41], БЭСМ-Алгол [42], ALGOL-транслятор [43]), и 4 транслятора Универсальной системы программирования.

Сравнивая *время счета*, полученные по готовым программам различных задач, можно заключить, что в среднем эти значения для трансляторов Универсальной системы оказались не хуже, чем для трансляторов, написанных вручную. Более того, для трансляторов Фортран-АЛМО и Форшаг время счета лучше, чем для транслятора ФОРТРАН Дубна. Для трансляторов с Алгола есть разброс как в ту, так и в другую сторону. Причина состоит в том, что в трансляторы Универсальной системы не включены алгоритмы оптимизации циклов, вследствие чего в готовой программе не используется эффективная команда окончания цикла. В целом можно сделать вывод, что использование АЛМО в качестве промежуточного языка не привело к ухудшению качества составляемых программ.

Что касается *времени трансляции*, то транслятор Форшаг не только не уступил, но и превзошел транслятор ФОРТРАН-Дубна. Это значит, что использование АЛМО в качестве языка для написания транслятора и двойная трансляция не приводят к замедлению работы транслятора.

«Таким образом, универсальность трансляторов, достигнутая при помощи использования АЛМО, практически не ухудшает их характеристик по сравнению с трансляторами, написанными вручную. Влияние АЛМО на качество составленных программ и трансляторов оказывается не большим, чем влияние тех или иных методов оптимизации» [40, с.67,68].

В заключение нужно сказать, что система программирования на базе языка АЛМО — явление уникальное. Язык UNCOL так и остался языком. Система трансляторов на его основе не состоялась. В нашем случае такая система не только состоялась, но использовалась для ряда машин. Другое дело, что у нас в стране развитие компьютерной индустрии пошло таким путем, что применение

Универсальной системы программирования утратило актуальность. Но, тем не менее, создание машинно-ориентированного языка и действующей системы трансляторов на его основе, несомненно, является значительным научным достижением.

7. Электронная вычислительная машина БЭСМ-6

ЭВМ БЭСМ-6 была разработана в ИТМиВТ АН СССР.

Главный конструктор — академик С.А. Лебедев, заместители — В.А. Мельников, Л.Н. Королев и др. Разработчики: А.А. Соколов, В.Н. Лаут, М.В. Тяпкин и др. Серийный выпуск начался в 1966 году и закончился в 1987, всего было выпущено 355 машин. Производство машин выполнялось московским заводом Счетно-аналитических машин — САМ.

Как вспоминает В.Н. Лаут — один из создателей БЭСМ-6, в ней был реализован целый ряд оригинальных идей:

- страничная организация памяти;
- виртуальная память с аппаратным перекодированием программных адресов в физические;
- аппаратная защита памяти;
- быстрая регистровая память с автоматическим вытеснением наиболее «старой» информации в оперативную память;
- совмещенное выполнение различных фаз нескольких последовательных команд (конвейерный режим);
- наличие в системе команд макрокоманд (например, вычисление квадратного корня, натурального логарифма и др.)

БЭСМ-6 выполняла около миллиона операций в секунду! «К началу серийного производства БЭСМ-6 эта машина была одной из лучших ЭВМ не только в нашей стране, но и в мире. В конце 60-х годов еще не использовался термин «супер-ЭВМ», но БЭСМ-6 в свое время вполне могла бы претендовать на это определение».

URL: http://www.ipmce.ru/about/history/remembrance/laut_6/

БЭСМ-6 (первый серийный экземпляр) появилась в ИПМ во второй половине 1966 года. Она была установлена в зале, где раньше стояла Стрела. В сентябре начался монтаж, а в мае она заработала. Вместе с машиной ИТМиВТ поставил математическое обеспечение [44], включая уже готовую первую для БЭСМ-6 операционную систему Диспетчер-68 (Д-68). Авторами ее были В.П. Иванников и А.Н. Томилин. Руководитель — Л.Н. Королев. Позднее появились Мониторная система ДУБНА и Операционная система ДИСПАК.

Что происходило в это время в ИПМ?

В.С.Штаркман разработал язык АВТОКОД [45]. Группа сотрудников начала реализацию этого проекта. Транслятор с Автокода называли БЕМШ — по

первым буквам фамилий авторов: Бочковой З.Ф., Езеровой Г.Н., Михелева В.М., Штаркмана В.С.

Автокод является языком символического кодирования, в некотором смысле средством «ручного» программирования в символах. Он рассчитан на специалистов, хорошо знакомых со структурой и системой команд машины. В автокоде введены мнемонические обозначения команд, символическая адресация объектов программы. Предусмотрены различные способы задания данных и констант, распределения памяти. Поддерживается перемещаемость оттранслированных программ, запись их в архив автокодных программ (АРАП) [46], возможность связи на уровне меток нескольких независимо транслированных кусков в одну программу с помощью редактора внешних связей (РВС) [47] и загрузчика [48] (автор обеих программ Л.Б. Морозова). Готовая программа по указанию программиста может быть сохранена, выполнена, записана на внешние носители.

Пока отлаживался БЕМШ, некоторые нетерпеливые математики начали писать программы в кодах машины. Главный инженер В.А. Сильвинский повесил в машинном зале плакат: «ПРИВЕТ ПЕРВОМУ МАТЕМАТИКУ!». Таким математиком оказался Радий Петрович Федоренко, который стремился испытать новую машину на своих задачах как можно скорее.

БЕМШ довольно быстро заработал и был подключен к Д-68. Впоследствии он входил в состав математического обеспечения ОС ИПМ, ОС ДИСПАК, Мониторной системы ДУБНА, работавших на БЭСМ-6.

БЕМШ был популярен в Институте, им пользовались многие сотрудники. В частности, программисты, создававшие ОС ИПМ (о ней будет идти речь ниже), активно пользовались БЕМШем.

Несколько раз в язык и транслятор добавлялись новые возможности. Но автокод оставался машинно-ориентированным языком нижнего уровня, обеспечивающим перевод «один в один» предложения в символах в машинную команду. Очень скоро был создан язык описания макрокоманд, который являлся языком более высокого уровня по отношению к автокоду. Автором языка МАКРОКОД был В.М. Михелев [49]. Макрогенератор, заменяющий макрокоманду в программе на последовательность автокодных предложений, был позже (в 70-х годах) написан также В.М. Михелевым, подсоединен к БЕМШу и получил имя МАКРО-БЕМШ.

В 1967 году был опубликован «Проект системы математического обеспечения БЭСМ-6» (технические условия) [50]. Проект предполагал широкий фронт работ как по системе программирования, так и по операционной системе. Он был настолько масштабным, что для реализации проекта были приглашены сотрудники других организаций. За Универсальную систему программирования отвечал С.С. Камынин, за операционную систему (ее называли ОС ИПМ) — Э.З. Любимский. Он же был руководителем всех работ в целом.

Об Универсальной системе было рассказано ранее, в разделе 6. Здесь мы остановимся на ОС ИПМ.

При разработке системы авторы широко использовали принятые в человеческом обществе механизмы взаимодействия. Все задачи рассматривались как члены коллектива, которые могут вступать друг с другом в различные отношения — от совершенной изоляции до полного разделения всех ресурсов. Каждый ресурс (память, файл, устройство) имел своего хозяина, который мог его отдавать или сдавать в аренду любой другой задаче, оговаривая соответствующие права использования. Обмен сообщениями между задачами обладал всеми особенностями почтовых отправок, включая уведомление о вручении. Каждая задача могла открывать до восьми процессов. Для управления процессами использовался аппарат событий, а также прямые команды открытия, закрытия, прерывания и пуска. Одни задачи могли вызывать другие, выстраивая таким образом деревья подчинения произвольной глубины. При вызове подчиненной задачи можно было определить режим управления, при котором главной задаче в любой момент оказывались доступными любые ресурсы подчиненной и управление ее процессами [51].

– В этом проекте, — констатирует К.Н. Ефимкин на страницах памяти ИПМ в статье об И.Б. Задыхайло, — были сформулированы подходы к разработке операционных систем, опережающие свое время, и практически воплощены методы создания операционных систем, используемые в дальнейшем во многих технологиях разработки операционных систем.

URL: <http://www.keldysh.ru/memory/zadykhajlo/index.htm>

Отладка ОС ИПМ шла трудно. В то время в Институте была лишь одна машина БЭСМ-6, и на ней считали задачи сотрудники из математических отделов, а отладка ОС ИПМ и трансляторов Универсальной системы отнимала большую часть времени. И эти сотрудники полагали, что есть уже какая-то операционная система и достаточно, и их можно было понять. Но Мстислав Всеволодович был другого мнения. Он высоко оценивал эту работу, считая, что она в научном отношении является значительным шагом вперед.

Вспоминает профессор А.К. Платонов [52, с.356]: «Мстислав Всеволодович был человеком, который никогда не повышал голос. Если он говорил жесткие слова, то говорил их тихо. Я однажды сам их услышал. Он вызвал меня в кабинет и сказал: “Вы освободите БЭСМ-6, не мешайте Михаилу Романовчу делать ОС ИПМ.” (ОС — операционная система). А мы в то время готовились к пуску на Луну, соревнуясь с американцами, причем это было трудно. Я, конечно, оторопел и попытался что-то горячо возразить. Он сказал: “Вы не спорьте, Вы выполняйте!” Это самые жесткие слова, какие я от него услышал... Но Мстислав Всеволодович — руководитель... Он так тогда определил приоритеты».

Достаточно устойчивая производственная версия ОС ИПМ начала функционировать в 1970 г.

Нужно сказать, что к этому времени была выпущена основательная документация — 11 «томов» (изданий ИПМ) с общим названием «Математическое обеспечение БЭСМ-6». Документация охватывала весь круг вопросов, связанный с подготовкой задачи для счета и организацией самого счета. Каждый том содержал соответствующую часть программного обеспечения (операционной системы, трансляторов, сервисных услуг, инструкции для инженера и оператора). Был даже выпущен отдельный путеводитель по этим томам.

ОС ИПМ успешно работала в Институте все 70-ые годы, разделяя время с ОС ДИСПАК. Многие сотрудники предпочитали ДИСПАК. Но некоторые задачи могли считаться только на ОС ИПМ, например, задачи отдела А.А. Самарского или А.В. Забродина. Причина в том, что в ОС ИПМ была реализована виртуальная память, чего в ДИСПАКе длительное время не было.



Рис. 11. Рабочие моменты на БЭСМ-6.

Слева: И.Б. Задыхайло, Э.З. Любимский.

Справа: В.Л. Ушкова, И.Б. Задыхайло, Л.А. Поздняков

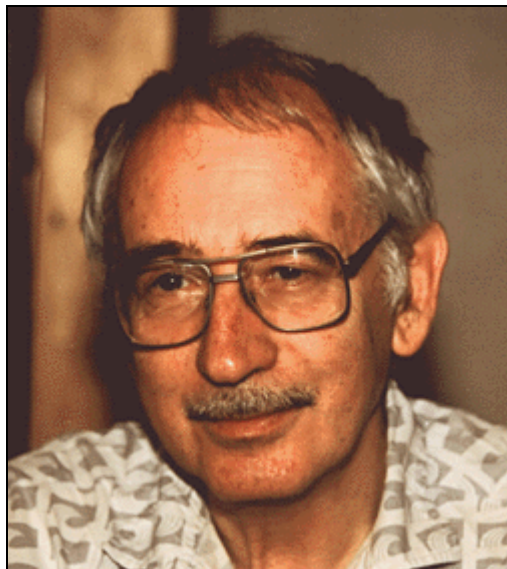
Нельзя не упомянуть, что на ОС ИПМ работала ЗАРПЛАТА — система, которая была создана программистами (зав. отделом М.Р. Шура-Бура) Л.А. Хиздером и Л.М. Немировской для расчета зарплаты сотрудников ИПМ.

8. Алгоритмический язык РЕФАЛ

В конце 1964 года к нам в Институт, в отдел программирования, пришел Валентин Федорович Турчин. Это был состоявшийся ученый, доктор физико-математических наук. После окончания МГУ с 1953 по 1964 годы работал под Москвой в городе Обнинск, в Физико-энергетическом институте. В 33 года он уже был известным физиком-теоретиком с большими перспективами. Но он оставил физику, решив всерьез заняться информатикой.

Молодые физики Обнинска с грустью провожали Турчина. «ОПМ, что ты сделало, подлое!», пели они, переживая расставание.

Валентин Федорович был заводилой в общественной жизни ФЭИ. Он был капитаном команды КВН Обнинска, которая разгромила команду Дубны. Сочинял пьесы. Действие одной из них «Защита диссертации» проходит в Научно-исследовательском институте брёвен и сучков (НИИБС) и имитирует защиту диссертации на соискание учёной степени кандидата бревнологических наук по теме «Качение бревна по наклонной плоскости с учётом сучковатости». Текст пьесы в мельчайших подробностях воспроизводит протоколы реальных диссертационных защит, так что у зрителя (читателя)



В.Ф. Турчин

остаётся впечатление, что такая или аналогичная диссертация действительно могла бы быть защищена. А сборники «Физики шутят» и «Физики продолжают шутить»! С каким удовольствием мы их читали!

Валентин Федорович начал работу в ИПМ с того, что он выступил с докладом на семинаре в отделе программирования, которым руководил М.Р. Шура-Бура. Тема доклада — метаалгоритмический язык для символьных преобразований, позже названный Рефалом (Алгоритмический язык РЕкурсивных Функций). Наши корифеи отнеслись критически к языку Турчина. Зачем еще один язык для символьных преобразований, ведь уже есть подобные языки, например, Лисп?

Но Турчина скепсис коллег не смутил. Он считал, что Рефал больше подходит для таких символьных задач, как преобразование программ, алгебраические преобразования, доказательство теорем. Он организовал Рефал-семинар, куда привлек молодежь. Молодежь — это студенты МГУ, которые увлеклись Рефалом, еще учась в физико-математической школе, где Турчин вел кружок, и его аспиранты.

Семинар регулярно, по вторникам, собирался в ИПМ. В.Ф. Турчин пользовался огромным авторитетом у членов семинара. И это не удивительно

— сила интеллекта и обаяние личности привлекали всех, с кем он работал. Участники семинара создавали примеры использования Рефала, много публиковались, выступали с докладами на конференциях [53–58].

В 1968-1969 гг. на БЭСМ-6 ученики Турчина отладили и ввели в строй эффективный интерпретатор с языка Рефал [55], а в 1971-1972 гг. заработал Рефал-компилятор. Постепенно Рефалом заинтересовались и другие сотрудники ИПМ: И.Б. Задыхайло, А.Н. Мямлин, Н.Г. Арсентьева, Э.К. Янова, Ю.И. Янов. Но это было позднее, в середине 70-х.

Работа шла успешно, но в 1972 году В.Ф. Турчин принял трудное для себя решение уйти из Института. Дело в том, что Валентин Федорович в 1970 г. написал «Письмо к вождям», которое подписали, кроме него, А.Д. Сахаров и Рой Медведев. Турчин перешел в институт ЦНИПИАСС. Туда же переместился и Рефал-семинар.

На рубеже 60-70-х гг. он разработал концепцию метасистемного перехода и написал книгу «Феномен науки». Валентин Федорович продолжал и дальше правозащитную деятельность, подписывал письма в защиту Сахарова и Солженицына. В 1974 г. он был уволен из ЦНИПИАСС, а подписанный к печати типографский набор книги был рассыпан. В конце концов, Валентин Федорович в 1977 году был вынужден уехать из страны, и он оказался в США.

Но семинар в Москве все равно работал! Турчин продолжал развивать Рефал и разрабатывать новый метод преобразования программ — суперкомпиляцию. В марте 1989 года (здесь мы сильно забежали вперед) он навестил ИПМ. С тех пор контакты Валентина Федоровича со своими учениками были постоянными.

В 2010 году Валентина Федоровича Турчина не стало. Но его ученики, сотрудники ИПМ А.В. Климов и С.А. Романенко продолжают дело своего учителя до сих пор.

9. Заключение

Нужно сказать, что не все работы Института в области информатики описаны в нашем препринте. Мы, в частности, не упомянули две ламповые машины, выполнявшие 100 операций в секунду, — машину СЦМ, на которой В.А. Егоров (отдел Д.Е. Охоцимского) рассчитал более сотни траекторий полета к Луне, а также Урал-1. Обе эти машины потом были переданы другим организациям.

Не упомянули также SDS-910, купленную в Москве на Первой Международной компьютерной выставке в 1967 году. Силами наших инженеров она была подсоединена к БЭСМ-6 и выполняла функцию графической станции. Первые компьютерные фильмы о шагающих аппаратах (Д.Е. Охоцимский с сотрудниками) и об эволюции галактик (Т.М. Энеев с сотрудниками) были сняты на SDS-910 после того, как к ней была приспособлена кинокамера (Ю.П. Смольянов) [21, с. 10-11].

Таким образом, в 60-ые годы в ИПМ были осуществлены важнейшие разработки в области информатики, включающие создание ЭВМ Восток, машинно-ориентированного языка АЛМО и системы программирования на его основе, операционной системы ОС ИПМ, опередившей свое время, языка Рефал.

Можно сказать, что сформировалась научная школа программирования ИПМ. На Второй Международной конференции SORUCOM-2011 "Развитие вычислительной техники и ее программного обеспечения в России и странах бывшего СССР" (12–16 сентября 2011 г., Великий Новгород) наш коллега, нижегородский ученый Ю.Л. Кетков свой доклад назвал именно так:

«Школа программирования ИПМ им. акад. М.В.Келдыша».

Литература

1. Библиотека стандартных программ / Под редакцией М.Р. Шура-Бура. — М.: ЦБТИ, 1961.
2. История информатики в России. Ученые и их школы. / Сост.: Захаров В.Н., Подловченко Р.И., Фет Я.И. — М.: Наука, 2003.
3. Мартынюк В.В. О методе символических адресов. // Кибернетика, вып. 6, 1961, с. 45-58.
4. Сообщение об алгоритмическом языке Алгол. / Под редакцией Перлиса А.Дж., Замельзона К. / Перевод Ершова А.П. — М.: Изд-во ВЦ АН СССР, 1959.
5. Backus J.W. The FORTRAN automatic coding system. / WJCC, 1957. P. 188 – 198.
6. Сообщение об алгоритмическом языке Алгол-60. / Ред. Наур П. // ЖВМиМФ, т.1, №2, 1961, М., с. 308-342.
7. Попов В.Р., Степанов В.А., Стишева А.Г., Травникова Н.А. Программирующая программа. // ЖВМиМФ, т.4, №1, М., 1964.
8. Шура-Бура М.Р., Любимский Э.З. Транслятор АЛГОЛ-60. // ЖВМиМФ, т.4, №1, М., 1964.
9. Бабецкий Г.И. и др. Система автоматизации программирования АЛЬФА. // ЖВМиМФ, т.5, №2, М., 1965.
10. Эдуард Зиновьевич Любимский. / Сборник. — М.: Изд-во ИПМ им. М.В. Келдыша, 2009.
11. Ершов А.П., Шура-Бура М.Р. Становление программирования в СССР (переход ко второму поколению языков и машин). — Новосибирск: Изд-во ВЦ СО АН СССР. Препринт №13, 1976.
12. Дополнение к системе команд, интерпретирующая система ИС-22 и стандартные программы для машины БЭСМ-4. Инструкция. — М.: Изд-во ИПМ, 1967.

13. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н. Автокод для БЭСМ-4 и М-220. Описание языка (инструкция). — М.: Изд-во ИПМ, 1968.
14. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н. Операционная система ОС 4-220. — М.: Изд-во ИПМ, 1970.
15. Список литературы по ЦВМ и программированию, имеющейся в КЭВМ. — М.: Изд-во ИПМ, 1969.
16. Белявский Е.И., Иванов Е.К., Пятницкий Г.И., Хильченко В.И., Кузнецова Т.П. Сравнительная характеристика алгольных трансляторов ТА-1М, ТА-2М, Альфа. — М.: Изд-во ИПМ, 1969.
17. Мямлин А.Н. Универсальная электронная вычислительная машина с контролем и совмещением операций. // Сб.: Вопросы вычислительной математики и вычислительной техники (Труды Всесоюзной конференции, 1959). — М.: Машгиз, 1963, с. 124-135.
18. Мямлин А.Н., Михелев В.М., Кузин Е.П. Арифметическое устройство универсальной вычислительной машины с контролем и совмещением операций. // Сб.: Вопросы вычислительной математики и вычислительной техники (Труды Всесоюзной конференции, 1959). — М.: Машгиз, 1963, с. 136-143.
19. Михелев В.М. Потенциальный сумматор с временем суммирования 0,5 мксек. // Сб.: Вопросы вычислительной математики и вычислительной техники (Труды Всесоюзной конференции, 1959). — М.: Машгиз, 1963, с. 143-149.
20. Мямлин А.Н., Вершубский В.Ю., Наумов Э.И. Запись цифровой информации с высокой плотностью на магнитном барабане. // Сб.: Вопросы вычислительной математики и вычислительной техники (Труды Всесоюзной конференции, 1959). — М.: Машгиз, 1963, с. 150-156.
21. Забродин А.В., Смирнов В.К., Штаркман В.С. Памяти А.Н. Мямлина. К 75-летию со дня рождения. — М.: Изд-во ИПМ, 2000.
22. Мартынюк В.В., Кузин Е.П. Инструкция по программированию для быстродействующей вычислительной машины ВОСТОК (модернизированная). — М.: Изд-во. ИПМ, 1964, — 42 с.
23. Семячкин В.А. Интерпретирующая система и стандартные программы для машины Восток. — М.: Изд-во ИПМ, 1969.
24. Камынин С.С., Луцикович В.В., Любимский Э.З., Семячкин В.А. Транслятор ТА-3. // Отчет ИПМ АН СССР, М., 1966.
25. Conway M.E. Proposal for an Uncol /Communications of the ACM, vol. 1, № 10, 1958.
26. Камынин С.С., Любимский Э.З. Алгоритмический машинно-ориентированный язык АЛМО. // Сб. Алгоритмы и алгоритмические языки. — М.: Изд-во ВЦ АН СССР, вып. 1, 1967.
27. Поттосин И.В., Рар А.Ф., Катков В.Л. ЭПСИЛОН — система автоматизации программирования для задач символьной обработки. // Труды ВКП-1, К., 1968.

28. Ershov A.P., Rar A.F. SYGMA, a symbolic generator and macroassembler. // Symbol manipulation languages and technique. North-Holland Publ. Co., 1968.
29. Баркова И.С., Богданов В.В., Исаенко Т.Г., Камынин С.С., Коновалов Н.А., Левинсон Э.Д., Любимский Э.З., Семячкин В.А., Ушкова В.Л., Штаркман Вик.С. Компилятор с языка АЛМО для машины БЭСМ-4. // Труды ВКП-1, К., 1968.
30. Луховицкая Э.С. Описание Комплекса Алгол для универсальной системы программирования. // ЖВМиМФ, т.9, № 3, М., 1969.
31. Горельшева И.В., Кац Э.Х., Луховицкая Э.С. Комплекс Алгол. // Труды ВКП-1, К., 1968.
32. Бухштаб Ю.А., Ермаков Е.А., Корягин Д.А., Левина А.М., Маклаков А.В. Система программирования Фортран-АЛМО. // Труды ВКП-1, К., 1968.
33. Луцикович В.В., Пастухова Л.И., Немировская Л.М., Ухов Л.В., Фольтени В., Шишков Д.. Транслятор Алгамс-АЛМО. // Труды ВКП-1, К., 1968.
34. Описание языка Алгамс. // Сб. Алгоритмы и алгоритмические языки. — М.: Изд-во ВЦ АН СССР, вып. 3, 1968.
35. Хиздер Л.А. Система SW выдачи результатов трансляции на печать. — Киев: Препринт 72-67, 1973.
36. Горелик А.М., Хухлаев Е.В. ФОРШАГ (Описание языка и инструкция по использованию транслятора). — М.: Изд-во ИПМ, 1973.
37. Новик И.З., Толмачев С.А. Комплекс Алгол — машинно-независимый комплекс средств трансляции и отладки. — Ленинград: Изд-во ВИКИ имени А.Ф. Можайского, 1976.
38. Исаенко Т.Г. Библиотека стандартных алгоритмов. Вып. 1. — М.: Изд-во ИПМ, 1971, — 96 с.
39. Богданов В.В., Ермаков Е.А., Маклаков А.В. Программирование на АЛМО. // Финансы и статистика. М., 1976.
40. Луховицкая Э.С. Сравнительная оценка качества машинно-независимых трансляторов, разработанных на базе АЛМО. // Кибернетика. №6, М., 1974, с. 63-68.
41. Шириков В.П. Язык ФОРТРАН и программирование на нем. // Препринт ОИЯИ 10-4232, Дубна, 1968.
42. Курочкин В.М., Подшивалов Д.Б. и др. Система БЭСМ-АЛГОЛ. // Труды ВКП-2, Новосибирск, 1970.
43. Хилл Р., Штробель Р. АЛГОЛ в мониторной системе «Дубна». — М.: Изд. ИАЭ им. Курчатова, 1972.
44. Математическое обеспечение машины БЭСМ-6. — М.: Изд-во ИТМиВТ, ВЦ АН СССР, 1967.
45. Штаркман В.С. АВТОКОД для БЭСМ-6. Описание языка. — М.: Изд-во ИПМ, май 1967, 1969, 1970.
46. Бочкова З.Ф., Штаркман В.С. АВТОКОД БЕМШ для БЭСМ-6. Архив автокод-программ — АРАП. — М.: Изд-во ИПМ, 1969.

47. Морозова Л.Б. Загрузка программ в БЭСМ-6. — М.: Изд-во ИПМ, 1967, авг. 1969.
48. Редактор Внешних Связей — РВС. Инструкция. — М.: Изд-во ИПМ, 1970.
49. Михелев В.М., Штаркман В.С. МАКРОКОД. (Описание языка). — М.: Изд-во ИПМ, препринт № 24, 1972.
50. Задыхайло И.Б., Камынин С.С., Любимский Э.З., Шура-Бура М.Р. Проект системы математического обеспечения БЭСМ-6 (технические условия). — М.: Изд-во ИПМ, 1967.
51. Задыхайло И.Б., Камынин С.С., Любимский Э.З., Шура-Бура М.Р. Операционная система ИПМ АН СССР для БЭСМ-6 (ОС ИПМ). // Труды ВКП-2, Новосибирск, 1970.
52. М.В.Келдыш. Творческий портрет по воспоминаниям современников. — М.: Наука, 2002, — 356 с.
53. Турчин В.Ф. Алгоритмический язык рекурсивных функций (РЕФАЛ). Описание языка и приемы программирования. — М.: Изд-во ИПМ АН СССР, сент. 1968.
54. Турчин В.Ф. Транслятор с АЛГОЛа, написанный на языке РЕФАЛ, // Сб. Труды ВКП-1. В. Процессоры с известных языков. К., 1968, с. 134-151.
55. Флоренцев С.Н., Олюнин В.Ю., Турчин В.Ф. Эффективный интерпретатор для языка РЕФАЛ. // Сб. Труды ВКП-1, К., 1968, с. 114-133, а также — М.: ИПМ АН СССР, 1969, препринт № 29, — 103 с.
56. Турчин В.Ф., Сердобольский В.И. Язык РЕФАЛ и его использование для преобразования алгебраических выражений. // Кибернетика № 3, К., 1969, с.58-62.
57. Флоренцев С.Н., Олюнин В.Ю., Романенко С.А., Турчин В.Ф. Описание системы программирования «РЕФАЛ» (инструкция для пользователей). — М.: ИПМ АН СССР, март 1969, препринт № 30, — 24 с.
58. Турчин В.Ф. Программирование на языке РЕФАЛ. — М.: ИПМ АН СССР, 1971, препринты №№ 41, 43, 44, 48, 49.