

Г-15
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

10-8171

ГАЛАКТИОНОВ
Виктор Викторович

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДСИСТЕМЫ
МАЛЫХ ЭВМ В ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ
КОМПЛЕКСЕ ОИЯИ

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1974

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники
и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель

кандидат физико-математических наук В.П. Шириков.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук,

профессор

И.В. Сергиенко,

кандидат технических наук

Л.Д. Райков.

Ведущее предприятие:

Вычислительный центр СО АН СССР, г. Новосибирск.

Автореферат разослан "___" _____ 1974 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1974 г.

на заседании Ученого совета Лаборатории вычислительной техники
и автоматизации ОИЯИ в г. Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета

Е.А. Логинова

10-8171

**ГАЛАКТИОНОВ
Виктор Викторович**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДСИСТЕМЫ
МАЛЫХ ЭВМ В ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ
КОМПЛЕКСЕ ОИЯИ**

**Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Современные научные исследования характеризуются усложнением экспериментальной техники и увеличением потоков информации, что необходимо требует применения электронно-вычислительных машин для подготовки, проведения эксперимента и обработки получаемой информации.

Ядерная физика одна из первых среди естественных наук приступила к широкому использованию ЭВМ для автоматизации управления физическими объектами, автоматизации разнообразных процессов детектирования, сбора, накопления и обработки экспериментальных данных.

В начале 60-х годов для обеспечения сложных экспериментальных исследований в крупных физических институтах, в национальных и международных научных центрах создаются многомашинные вычислительные системы (комплексы) — объединения нескольких ЭВМ, взаимодействующих по линиям связи между собой и с экспериментальной аппаратурой.

Большую роль в развитии вычислительных систем играют малые ЭВМ — универсальные вычислительные машины с развитой системой каналов для приема и выдачи цифровой информации. Несмотря на относительно простую организацию, малые ЭВМ достаточны для выполнения основных операций по сбору, накоплению и начальной обработке данных и широко используются в вычислительных системах в качестве управляющих элементов для работы на линии с экспериментальным оборудованием.

По организации работ в вычислительных системах одно из ведущих мест занимает использование малых ЭВМ для дистанционной пакетной обработки /I/ задач: создание на базе малых машин выносных станций

вода/вывода, включающих перфокартное оборудование и широкоформатную печать.

Диссертация посвящена решению некоторых вопросов математического обеспечения ЭВМ БЭСМ-6 и подсистемы малых ЭВМ в многомашиной вычислительной системе Объединенного института ядерных исследований: математического обеспечения станций ввода/вывода, устанавливаемых на базе малых ЭВМ ТРА-1001 и предназначенных для организации дистанционной пакетной обработки на БЭСМ-6 задач пользователей; вопросов автоматизации программирования для малых ЭВМ типа ТРА-1001, PDP-8 и "Электроника-100"; создания элементов библиотеки стандартных программ мониторной системы "Дубна" для БЭСМ-6 - центральной ЭВМ многомашиной системы ОИЯИ.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения.

Во введении дается обзор содержания диссертации по главам и обзор основных направлений разработок и использования многомашиных систем сбора и обработки информации в некоторых крупнейших научно-исследовательских центрах как зарубежных, так и отечественных. По отдельным физическим центрам приводятся не только характеристики действующих или развивающихся систем, но и отмечаются более ранние этапы работ, обусловившие формирование идеологии их построения.

В первой главе диссертации рассматриваются проблемы и предпосылки создания в ОИЯИ многомашиного вычислительного комплекса, включающего подсистему ввода/вывода, организованную на базе малых ЭВМ, а также требования к техническому и математическому обеспечению этой подсистемы.

Анализируются особенности проводимых на БЭСМ-6 вычислитель-

ных работ, требования использования БЭСМ-6 для проведения обработки результатов физических экспериментов - предпосылки создания в ОИЯИ многомашиного вычислительного комплекса.

Основой для создания комплекса в институте явилось:

- а) разработка на БЭСМ-6 быстрого канала связи ^{1/2/}, рассчитанного на работу с 8 периферийными устройствами сопряжения, к каждому из которых можно подключить до четырех абонентов;
- б) разработка в ОИЯИ быстродействующей системы дальней связи ^{3/};
- в) наличие на центральной ЭВМ комплекса БЭСМ-6 развитого математического обеспечения - мониторной системы "Дубна" ^{4,5/}.

Для создания в рамках многомашиного комплекса подсистем ввода/вывода согласно техническому проекту ^{6/} требовалось:

- 1) установить в измерительных центрах наиболее удаленных лабораторий (до 5 км) выносные станции ввода/вывода на базе малых ЭВМ для обмена информацией с БЭСМ-6 по линиям связи в режиме дистанционной пакетной обработки задач.
- 2) установить при БЭСМ-6 операторский экранный пульт (дисплей), взаимодействующий с БЭСМ-6 через малую буферную машину, для получения оперативной и полной информации о прохождении задач в машине, загрузке ее со стороны внешних объектов, а также возможности оперативного вмешательства в управление как самой ЭВМ, так и многомашиной системы в целом.

3) В целях повышения эффективности работы самой БЭСМ-6 установить центральную станцию ввода/вывода на базе малой ЭВМ и возложить на нее частично функции БЭСМ-6 по обмену информацией с медленным оборудованием ввода/вывода. Обмен информацией между БЭСМ-6 и малой ЭВМ предусматривалось производить через общие накопители на магнитной ленте, а также по линии связи.

Тип и параметры малых ЭВМ, предназначенных для использования в качестве управляющих элементов станций ввода/вывода и операторского пульта, выбирались с учетом режима их работы

в многомашиной системе, из стоимостных соображений и возможности приобретения ЭВМ в 1970 г. Кроме того, были учтены возможности изготовления дополнительной электроники к этим малым ЭВМ - блоков сопряжения (интерфейсов) для работы по линиям связи с БЭСМ-6 и для управления работой внешних устройств ввода/вывода.

Вышеперечисленные факторы предопределили выбор малой ЭВМ ТРА-1001 производства Центрального института физических исследований АН ВНР: ТРА-1001 (8К, 10 мксек) для удаленных станций ввода/вывода (фортранных станций) и ТРА-1001/i для Центральной станции ввода/вывода (при БЭСМ-6) и операторского экранного пульта.

Вторая глава диссертации содержит описание алгоритмов и программы обеспечения работы нестандартных для ЭВМ ТРА-1001 устройств ввода/вывода - устройств карточного ввода УВК-601, широкоформатной печати АЦПУ-128-3, карточного перфоратора ПЭМ-80. указанные устройства подключаются к программному каналу ТРА-1001 через соответствующие блоки сопряжения, разработанные и поставленные в ОИИ Центральным институтом физических исследований АН ВНР.

Управление этими устройствами, а также промежуточная редакция вводимой/выводимой информации осуществляется на ТРА-1001 стандартными подпрограммами-драйверами^{7/}. Форматной единицей драйверов карточных устройств (УВК-601 и ПЭМ-80) является "образ карты БЭСМ-6" - 24 слова БЭСМ-6 для одной перфокарты: содержимое каждой строки 80-колонной карты размещается в двух последовательных словах, занимая по 40 младших разрядов в каждом слове. Входной информацией для драйвера печати является последовательность восьмиразрядных кодов - кодов печатаемых символов в ГОСТе и управляющих спецификаций.

В этой главе описывается также программное обеспечение работы с магнитофоном СДС-608, установленным на одной из уда-

ленных станций ввода/вывода и используемым в качестве буферного накопителя на самой станции и для дистанционной "перекачки" информационных массивов через станцию ввода/вывода на БЭСМ-6 из измерительного центра. В подпрограммах управления магнитофоном реализован необходимый набор операции с магнитной лентой - запись, считывание, запись маркера файла, перемотка к началу (точке загрузки), реверсы ленты вперед и назад, поиск маркера файла^{8/}.

В третьей главе диссертации содержится описание программ обеспечения связи малых ЭВМ ТРА-1001 с центральной ЭВМ комплекса БЭСМ-6. ЭВМ ТРА-1001 удаленных станций ввода/вывода подключаются к 7-му направлению БЭСМ-6 как периферийные ЭВМ через коммутатор вычислительных машин (КВМ), блоки дальней связи (БДС) и блоки сопряжения ТРА-1001 с линиями связи - интерфейсы БС-1М. На этих машинах используются два режима обмена: обмен 8-разрядными управляющими словами (байтами) по программному каналу ТРА-1001 и обмен информационными массивами - по автономному каналу. Передаче массива всегда предшествует серия обменов управляющими словами, содержащих необходимую информацию для программной синхронизации обмена массивом: направление обмена, размер передаваемых массивов, информацию об ошибках, занятости ЭВМ либо запросы на повторные обмены.

При составлении программы связи на ТРА-1001 учитывались общие принципы организации обмена информацией между ЭВМ вычислительного комплекса^{9/}.

Обмен данными на ТРА-1001 в обоих направлениях осуществляется самонастраивающейся программой ОБМЕН, оформленной как стандартная подпрограмма^{10/}. Программа организует синхронизирующий обмен с БЭСМ-6 управляющими словами УС и, в зависимости от их содержимого, проводит подготовительные работы для обмена масси-

вами слов, настраивает машину на определенный режим обмена физической единицей (1056 12-разрядных слов) по автономному каналу, контролирует правильность прохождения массивов, а также логических сигналов линии связи.

В этой же главе описывается программа имитации на ТРА-1001 работы БЭСМ-6 по обмену информацией через седьмое направление с периферийными ЭВМ по линиям связи. При написании программы имитации использовалось свойство симметричности логических сигналов линий связи. Благодаря этому оказалось возможным объединение периферийных ЭВМ (ТРА-1001, БЭСМ-4, БЭСМ-4М, Минск-22) с ТРА-1001 для отладки программ и аппаратуры связи на этих машинах без использования БЭСМ-6.

В четвертой главе диссертации описывается математическое обеспечение удаленных станций ввода/вывода (фортранных станций), установленных на базе малых ЭВМ ТРА-1001. Работа станций находится под управлением мониторной системы, которая по указанию оператора станции организует ввод (с читающего устройства УВВК, телетайпа или магнитной ленты), редактирование и передачу на БЭСМ-6 по линии связи задач пользователей и операторских сообщений.

Пакеты передаваемых задач могут содержать:

- 1) задачи пользователей (программы и данные), подготовленные на перфокартах;
- 2) тексты задач, набираемые на телетайпе ТРА-1001 самим пользователем;
- 3) числовой материал, накопленный на магнитных лентах или перфолентах;
- 4) комбинации информации перечисленных типов.

В распоряжение задач, переданных на БЭСМ-6 с фортранных станций, поступают все необходимые для счета ресурсы БЭСМ-6 (МЛ и рабочие МБ) и средства математического обеспечения БЭСМ-6

- трансляторы с алгоритмических языков и автокода, система редактирования и библиотеки (личные и общего пользования) мониторной системы "Дубна".

Результаты счета этих задач на БЭСМ-6 (выходные файлы) возвращаются на соответствующие фортранные станции и распределяются монитором по внешним устройствам вывода (печать, перфорация, запись на магнитную ленту) в соответствии с указаниями БЭСМ-6 или оператора станции.

Пятая глава диссертации посвящена решению некоторых вопросов автоматизации программирования для малой ЭВМ типа ТРА-1001. Стандартное математическое обеспечение этой машины (трансляторы, загрузчики и др.) существенно ориентировано на работу с перфолентой. Подготовка текстов программ на перфоленте, редактирование их и трансляция - чрезвычайно трудоемкий процесс, требующий значительных затрат времени и усилий программиста на обработку и запуск уже написанной программы. Это и явилось основной причиной разработки нового автокода SLANG3 и транслятора, который был написан для обработки и подготовки программ для ТРА-1001 (и для малых ЭВМ типа PDP-8 и "Электроника-100") на большой ЭВМ БЭСМ-6 /11,12,13/.

Автокод SLANG3 разрабатывался на основе автокода SLANG1 из стандартного математического обеспечения ТРА-1001, включает его основную часть и является его существенным расширением.

Тексты программ для ТРА-1001, предназначенные для трансляции на БЭСМ-6, подготавливаются на перфокартах либо накапливаются на магнитной ленте БЭСМ-6. Результат трансляции этих программ на БЭСМ-6 - листинг программ и двоичные программы на перфоленте в формате, стандартном для систем загрузчиков математического обеспечения малой ЭВМ.

Заключение

Основными результатами работ, вошедших в диссертацию, являются следующие:

1. Написаны и включены в библиотеки мониторной системы "Дубна" для центральной ЭВМ комплекса БЭСМ-6 подпрограммы для транслятора с ФОРТРАНа, реализующие арифметику целых, действительных и комплексных чисел (в том числе и смешанную арифметику); подпрограммы вычисления элементарных функций для целых, действительных переменных и для переменных с двойной точностью.

2. В рамках технического проекта многомашинной системы ввода/вывода проведены методические разработки по использованию Центральной станции ввода/вывода при БЭСМ-6 и дисплея в качестве операторского пульта БЭСМ-6 /16/. Несмотря на то, что техническая реализация указанных станций получилась неудачной, методические разработки использования их учитываются при подключении в настоящее время к БЭСМ-6 в ОИЯИ дисплея другого типа и установки станций ввода/вывода в других организациях. Например, в Атомном исследовательском центре в Бомбее (Индия) и др.

3. Разработано и создано программное обеспечение работы нестандартных устройств ввода/вывода для малой ЭВМ ТРА-1001 - драйверы широкоформатной печати для АЦПУ-128-3, ввода перфокарт для УВВК-601, карточной перфорации для ПЭМ-80 и для работы с магнитофоном СРС-608. Драйверы написаны на автокоде

SLANG3, оформлены как стандартные подпрограммы и могут быть использованы на других машинах типа ТРА-1001, имеющих указанные устройства ввода/вывода. В настоящее время драйверы используются для ввода/вывода информации на фортранных станциях.

4. Разработано и создано программное обеспечение связи малых ЭВМ ТРА-1001 с БЭСМ-6. Программы связи обеспечивают со стороны ТРА-1001 обмен по линии связи произвольной информацией между оперативными памятьми машин ТРА-1001 и БЭСМ-6. Программы написаны на автокоде SLANG3, оформлены как стандартные подпрограммы и в настоящее время используются на фортранных станциях для обмена информацией с БЭСМ-6 в режиме дистанционной пакетной обработки задач пользователей.

5. Написана и работает на малой ЭВМ ТРА-1001 программа имитации работы БЭСМ-6 по обмену информацией по линиям связи с периферийными ЭВМ вычислительного комплекса. С помощью этой программы проводилась отладка аппаратуры и программ связи для машин ТРА-1001, БЭСМ-4 и Минск-22. Программа передана в Отдел РНУ ЛВТА и будет использоваться в дальнейшем, по мере подключения к БЭСМ-6 новых абонентов, для отладки программных и аппаратных средств обмена информацией между ними и БЭСМ-6.

6. Разработано и находится в эксплуатации программное обеспечение удаленных станций ввода/вывода - мониторная система фортранных станций. В Лаборатории нейтронной физики фортранная станция находится в эксплуатации с ноября 1973 года, и к апрелю 1974 года через нее было пропущено (переданы задачи на БЭСМ-6 и получены результаты счета) свыше 700 задач.

Опробована работа станции в Лаборатории высоких энергий (ввод станции в реальную эксплуатацию произойдет после подключения магнитофона к этой установке).

Программы мониторной системы фортранной станции (драйверы ввода/вывода, программы связи, монитор) переданы в Центральный институт физических исследований для постановки их на станции ввода/вывода при БЭСМ-6 в Атомном исследовательском центре в Бомбее.

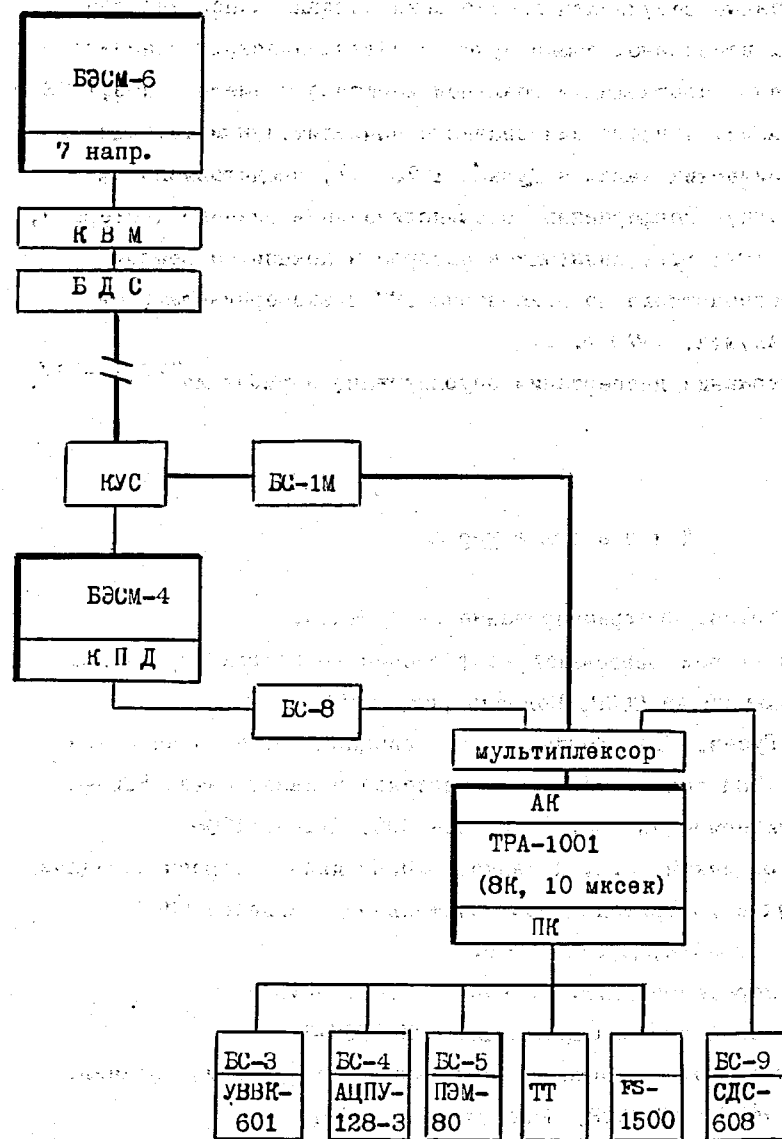
7. Разработан язык символического кодирования SLANG3 для малых ЭВМ типа ТРА-1001 на базе автокода из стандартного математического обеспечения ТРА-1001. Автокод значительно расширен введением новых языковых конструкций, направленных в основном на повышение автоматизации программирования: введена автоматическая косвенная адресация; в конструкцию адресных команд введен адрес типа "литерал"; введены псевдокоманды резервирования и описания массивов и констант (BSS, ARRAY, COMMON, TEXT); введены макрокоманды обращения к подпрограммам с заданием параметров (CALL) и заголовка подпрограммы (NAME).

8. Написан транслятор с автокода SLANG3, предназначенный для работы на БЭСМ-6 и подготовки двоичных программ для машин типа ТРА-1001, PDP-8 и "Электроника-100". Автокод SLANG3 и транслятор с него на БЭСМ-6 являются эффективным средством подготовки программ для малых ЭВМ:

а) На автокоде SLANG3 написано все математическое обеспечение фортраннских станций в вычислительном комплексе ОИИИ.

б) Автокод SLANG3 используется в качестве промежуточного языка при трансляции программ на БЭСМ-6 с машинно-независимого языка COPLAN, разработанного в ЛВТА/17/. При этом окончательная трансляция и выдача двоичных программ производится транслятором с автокода SLANG3.

в) В настоящее время с использованием автокода SLANG3 в Лаборатории нейтронной физики группой сотрудников создается система обеспечения на ТРА-1001/; эксперимента по исследованию делящихся ядер. Транслятор передан также и в другие организации.



Конфигурация фортранной станции.

Основные результаты диссертации докладывались автором на Первом всесоюзном симпозиуме по математическому обеспечению систем, работающих в реальном масштабе времени (Киев, 1972 г.), на Советании по программированию и вычислительным методам решения физических задач в Дубне (1973 г.), представлены на Международную конференцию по вычислительной технике (Эстергом, Венгрия, 1971 г.), излагались автором в лекции на Второй международной школе по применению ЭВМ в экспериментальной физике (Алушта, 1970 г.).

Содержание диссертации опубликовано в работах /5-8, 10-16/.

Л и т е р а т у р а

1. А.П. Ершов. Программирование за рубежом.
Труды второй Всесоюзной конференции по программированию.
Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
2. А.В. Гусев, И.А. Емелин и др. Принципы организации связи между ЭВМ вычислительного комплекса и канал связи БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. ОИИИ, 11-4200, Дубна, 1968.
3. Г.И. Забиякин, З.В. Лисенко, В.Н. Поляков. Вопросы передачи данных в измерительно-вычислительном комплексе ОИИИ.
ОИИИ, 10-4822, Дубна, 1969.
4. В.Е. Веретенев, А.И. Волков, Н.Н. Говорун и др.
мониторная система ДУБНА для ЭВМ БЭСМ-6.
Труды второй Всесоюзной конференции по программированию.
Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
5. V.V. Galaktiov, N.N. Govorun, N.Sz. Zaikin, O.N. Lomidze, G.L. Maznij, I.N. Szilin, V.P. Sirikov, R.N. Fedorova.
BESM-6 Szamitoger (Dubna) es sokszamitogepes kilbeviteli rendszer software ellatottsaga.
Труды Международной конференции по вычислительной технике-71.
Эстергом, Венгрия, 1971.
6. Г.И. Забиякин, В.С. Бородин, В.А. Владимиров, В.В. Галактионов и др. Многомашинная система ввода/вывода (техническая часть проекта). ОИИИ, 10-4984, Дубна, 1970.
7. В.В. Галактионов. управляющие программы для работы с внешними устройствами ТПА (АЦПУ, устройство ввода перфокарт, выходной перфоратор). ОИИИ, 10-5909, Дубна, 1971.
8. В.В. Галактионов.
фортранная станция.
1) Программа связи ТПА и БЭСМ-6.
2) Подпрограммы для работы с магнитофоном СДС-608.
ОИИИ, 10-7194, Дубна, 1973.
9. Н.С. Заикин, О.Н. Ломидзе и др. Стандартизация обмена информацией по линиям связи в измерительно-вычислительном комплексе ОИИИ. ОИИИ, 11-5964, Дубна, 1971.
10. В.В. Галактионов. мониторная система фортранной станции.
ОИИИ, 11-7196, Дубна, 1973.
11. В.В. Галактионов. Транслятор на БЭСМ-6 с автокода SLANG3 для ТПА. ОИИИ, 10-5911, Дубна, 1971.
12. В.В. Галактионов. Автокод SLANG3 для ТПА (дополнение).
ОИИИ, 10-7195, Дубна, 1973.
13. В.В. Галактионов. Транслятор на БЭСМ-6 с автокода для малых ЭВМ ТПА, PDP-8.
материалы Первого всесоюзного симпозиума по математическому обеспечению систем, работающих в реальном масштабе времени.
Изд. ИК АН УССР, Киев, 1972.

14. В.В. Галактионов и др.
Библиотечные подпрограммы-функции.
ОИНИ, 11-3937, Дубна, 1968.
15. В.В. Галактионов и др.
Библиотека программ на БОРТРАНе.
ОИНИ, 11-5190, Дубна, 1970. ОИНИ, 11-5191, Дубна, 1970.
ОИНИ, 11-5651, Дубна, 1971. ОИНИ, 11-5653, Дубна, 1971.
16. В.В. Галактионов, В.П. Шириков. Программное управление прохождением задач с помощью дисплеев на больших ЭВМ.
Сборник: ЭВМ в экспериментальной физике. Лекции Второй школы в Алуште. ОИНИ, 10-5255, Дубна, 1970.
17. Г.А. Ососков. Алгоритмический язык для программного управления устройствами на линии с малыми ЭВМ.
Материалы Совещания по программированию и вычислительным методам решения физических задач.
ОИНИ, Д10-7707, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 августа 1974 года.