



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

11 - 9248

СИЛИН
Игорь Николаевич

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА "ДУБНА"
И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОЩНЫХ ЭВМ

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

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

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук профессор И.В.Сергиенко,
доктор физико-математических наук Э.З.Любимский,
доктор технических наук Ю.П.Дробышев.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт точной механики и вычислительной техники АН СССР, г.Москва.

Автореферат разослан " " _____ 1975 г.

Защита диссертации состоится " " _____ 1975 г.
в _____ часов на заседании Ученого совета Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

Т.П.ПУЗЫРИНА

Пузырина

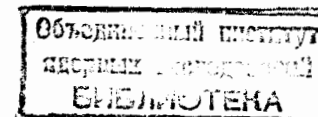
СИЛИН
Игорь Николаевич

ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА "ДУБНА"
И ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОЩНЫХ ЭВМ

Специальность 01.01.10 - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой
степени доктора физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Народное хозяйство и область научных исследований все более насыщаются средствами вычислительной техники. Универсальные ЭВМ в настоящее время широко применяются для научно-технических расчетов и все более берут на себя нагрузку в областях, которые считались ранее чисто интеллектуальными. Число машин и их производительность непрерывно растут, и невозможно, не прибегая к средствам автоматизации программирования, содержать штат программистов, необходимый для загрузки ЭВМ полезной работой. Недалеко то время, когда каждый человек в той или иной мере должен будет общаться с вычислительной машиной.

Создание удобного аппарата общения пользователя с ЭВМ является первой и основной с точки зрения пользователя функцией обязательного математического обеспечения современных ЭВМ — операционных систем. Второй функцией современных операционных систем является обеспечение автоматического управления работой самой ЭВМ. Ручное управление слишком медленно. Кроме того, ЭВМ представляет собой комплекс, в который наряду с быстрым процессором (или несколькими процессорами) входят относительно медленные электронно-механические устройства ввода-вывода и промежуточной памяти. Для эффективного использования оборудования вычислительных систем необходимо организовывать параллельное обслуживание

большого числа устройств и загрузку основного процессора полезной работой во время ожидания их отработки. Во всех современных мощных ЭВМ предусматривается режим мультипрограммной работы, при которой во время ожидания одними задачами отработки внешних устройств либо ожидания реакции находящихся с ними в контакте пользователей выполняются другие задачи. Соответствующая часть операционной системы должна обеспечить переключение процессора с задачи на задачу и защиту задач друг от друга.

ОИЯИ поддерживает широкие научные связи с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) и другими зарубежными центрами, и для него крайне необходимо иметь на своих машинах математическое обеспечение, совместимое с матобеспечением этих центров.

Работы по математическому обеспечению ЭВМ БЭСМ-6 были начаты в ОИЯИ при подготовке к получению этой машины. ОИЯИ включился в разработку серийного математического обеспечения БЭСМ-6 /I/ж) на уровне создания мониторной системы "Дубна" /2,3/, включающей транслятор с языка ФОРТРАН /4/, в качестве подсистемы программирования в /I/. При этом был использован диспетчер Д-68 с некоторыми изменениями жж), в том числе и выполненными в Дубне. На начальном этапе работы велись в сотрудничестве с ВЦ МГУ. В составе коллектива, работавшего в ОИЯИ над созданием математического обеспечения БЭСМ-6, находились также специалисты из ряда физических институтов (ЦИФИ ВНР, ИЭВЭ ГДР, ИАЭ СССР /4/). Математи-

ж) Технические требования к математическому обеспечению БЭСМ-6 были выработаны комиссией под руководством члена-корр. АН СССР С.С. Лаврова.

жж) В частности, разработчиками /5/ была введена возможность использовать результаты работы специальной версии АЛФА-транслятора на БЭСМ-4.

ческое обеспечение БЭСМ-6, включившее реализацию /I/, а также транслятор с языка АЛГОЛ ВЦ АН СССР /6/ и автокод СОМИ /7/, в 1971 году было принято межведомственной комиссией в качестве стандартного математического обеспечения серийной БЭСМ-6.

В дальнейшем потребовалось существенно повысить производительность БЭСМ-6 в ОИЯИ, освоить несерийные внешние устройства и включить БЭСМ-6 в разрабатывавшийся вычислительно-измерительный комплекс /8/. Для решения этих проблем был создан новый диспетчер на базе Д-68, предварительно переведенного на автокод мониторной системы "Дубна" MADLEN /9,10/. Уже с конца 1970 года на БЭСМ-6 в ОИЯИ был введен в производственную эксплуатацию вариант диспетчера с аппаратом замещения страниц оперативной памяти. Вместе с получившей дальнейшее развитие мониторной системой /II/ новый диспетчер /I2,I3/ образовал замкнутую операционную систему.

Одновременно с создаваемыми в ОИЯИ развивались и другие операционные системы БЭСМ-6 разной замкнутости и универсальности: ОС ИПМ /I4/, НД-70 /I5/, УНИОС /I6/ и ДИСПАК /I7/. Хотя ОС ИПМ, НД-70 и последние версии ДИСПАК /I8/ в некоторых аспектах обладают большими возможностями, чем ОС "Дубна", однако они не учитывают специфики ОИЯИ, и, что весьма существенно, сроки выполнения работ по этим системам не соответствовали срокам, приемлемым для ОИЯИ.

Сильное влияние на направление развития ОС "Дубна" оказала необходимость сразу освоить большие программы обработки данных (десятки и сотни тысяч команд) в условиях сравнительно бедной комплектации БЭСМ-6 в ОИЯИ (в то время на машине не было магнитных дисков, оперативная память имела емкость всего 32К слов, было 8 магнитных барабанов) и недостатка вычислительной мощности для решения всех задач института. Это потребовало многочисленных мер по экономии ресурсов и времени вычислителя.

Особенностью операционной системы "Дубна" является единство языка и модульной структуры всей операционной системы, что позволило при ее развитии использовать накопленный в мониторной системе эффективный сервисный аппарат, включающий формирование и редактирование текстов и библиотек модулей загрузки.

Операционная система "Дубна" является одной из самых экономичных систем в смысле использования ресурсов, требуемых для решения больших задач. В то же время она предоставляет программисту вполне современные возможности и эффективно загружает вычислитель БЭСМ-6. В развитии последних версий ОС "Дубна", помимо ОИЯИ и ИАЭ, приняли участие и другие организации СССР.

Основной задачей диссертанта были разработка и создание математического обеспечения БЭСМ-6, нацеленного в первую очередь на решение научных проблем ОИЯИ. Диссертант принимал активное участие в разработке и обсуждении проектов большинства частей системы и участвовал в их коллективной отладке и доводке. Многие блоки, в том числе определяющие архитектуру системы, разработаны и реализованы лично диссертантом или при его непосредственном участии и руководстве. В тексте диссертации в основном и излагаются принципы и алгоритмы, заложенные в эти блоки, а также приводится обоснование этих алгоритмов и их обсуждение (главы 2-5).

Основным результатом работы является создание математического обеспечения, широко используемого в той или иной части практически на всех машинах БЭСМ-6.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения.

В первой главе диссертации показаны общая структура операционной системы и ее возможности. ОС "Дубна" состоит из мониторной системы и диспетчера. Мониторная система управляет прохождением заданий пользователя в рамках одной задачи и работает

в основном в непривилегированном режиме, иногда общаясь с диспетчером для управления ресурсами. Активизация монитора производится диспетчером при запуске очередной задачи, в частности, по приказу пользователя системы "Мультитайп" /I9/ с индивидуального терминала (каждая из задач получает свой экземпляр монитора). Монитор по мере необходимости через посредство связывающего или неперемещающего загрузчика загружает и активизирует нужные в данный момент разделы системы (которые сами, в свою очередь, могут быть сегментированы) или программу пользователя, когда поступает соответствующий запрос. Транслированные с различных языков подпрограммы поступают во временную библиотеку модулей загрузки, откуда могут быть извлечены для сборки разделов программы пользователя либо новых версий системы, а также для формирования и редактирования библиотек различного уровня. В библиотеках общего пользования накоплено большое количество подпрограмм, реализующих вычислительные алгоритмы, и пакетов прикладных программ.

Диспетчер управляет запуском и переключением задач, динамическим распределением страничной памяти, обслуживанием внешних устройств и обращений к диспетчеру через экстракоды. С точки зрения диспетчера задачи делятся на диспетчерские и математические. Диспетчерские задачи являются исполнителями диспетчерских работ (как и программы обслуживания прерываний) и работают только в привилегированном режиме с физической адресацией команд. Математические задачи работают преимущественно в непривилегированном режиме на математической (виртуальной) памяти.

Математические задачи, в свою очередь, делятся на служебные и пользовательские. Служебные задачи тоже являются исполнителями диспетчерских, а также сервисных работ. Они могут запускаться автоматически либо по приказу оператора из библиотеки служебных задач. Параллельно может выполняться до трех пользовательских и четырех служебных математических задач.

В диспетчере имеется аппарат для учета активности пользователей и накопления статистики по работе и ошибкам устройств машины. Предусмотрена возможность связи с другими машинами и, в частности, с удаленными станциями ввода-вывода. Имеются блоки обслуживания нестандартных устройств: графопостроителей, дисплеев, 7- и 9- дорожных магнитофонов, читающего устройства СДС-405. Предусмотрен режим пакетной обработки задач с буферизацией ввода-вывода на магнитной ленте либо на магнитных дисках. Имеется аппарат организации архивов на магнитных дисках /20/.

Вторая глава посвящена организации библиотек модулей загрузки, загрузке и сегментации. Структура модуля загрузки близка к разработанной в МГУ /21/. Связывающий загрузчик для сборки разделов берет модули загрузки из постоянной и временной библиотек. Модули загрузки из библиотек более высокого уровня (личных и общих) тем или иным способом переписываются во временную библиотеку. Считывание из личных библиотек запрашивается управляющими картами. Считывание из общих библиотек /22/ и личных, организованных по типу общих, может производиться автоматически после неудачной попытки сформировать раздел, когда загрузчик обнаружил отсутствующие в постоянной и временной библиотеках подпрограммы, на которые есть запрос. Общие библиотеки имеют, кроме обычного каталога, компактный каталог ссылок на используемые подпрограммы из той же библиотеки, что позволяет организовать считывание из библиотеки, расположенной на магнитной ленте, максимума необходимых подпрограмм за один проход магнитной ленты. Связывающий загрузчик /23,24/ в ОС "Дубна" может использоваться в динамике работы системы и программы пользователя. В связи с этим особенно необходимо его быстродействие. В то же время адресуемая математическая память на БЭСМ-6 сравнительно невелика, и очень важно, чтобы загрузчик не

отнимал у системы и пользователя адресуемой памяти под свои рабочие поля. Поэтому при работе связывающего загрузчика программно имитируется большая виртуальная память и при необходимости инициируется процесс замещения страниц виртуальной памяти в математической памяти задачи. Приняты многочисленные меры по ускорению процесса загрузки в смысле расхода как процессорного времени, так и астрономического и по экономии памяти на магнитных барабанах.

На загрузчике был отработан приоритетный алгоритм замещения страниц, примененный впоследствии и в диспетчере ОС "Дубна". Для накопления косвенной информации о интенсивности использования страниц после каждого акта смены страниц запоминается очередность, в которой происходят обращения к страницам математической памяти. Алгоритм работы самого загрузчика построен так, чтобы он на протяжении интервалов времени порядка времени обращения к барабану использовал по возможности минимальное число страниц виртуальной памяти. Несмотря на то, что по своим функциональным возможностям загрузчик ОС "Дубна" является одним из самых мощных, он в то же время и один из самых быстродействующих загрузчиков /25/.

На базе связывающего загрузчика в ОС "Дубна" создана полуавтоматическая система сегментации /24/ с возможностью сборки разделов системы и программ как в динамике их работы, так и заблаговременно /10/. Оба режима максимально совместимы и позволяют отлаживать программы с более удобной динамической сегментацией, а эксплуатировать - с более быстрой статической сегментацией.

Третья глава диссертации посвящена общей организации мониторинга системы и некоторым ее элементам. Мониторная система состоит из резидентной части (монитора) и дерева разделов, хранящихся в постоянной библиотеке. Основные трансляторы и программа пользователя загружаются непосредственно из монитора с помощью

рекурсивной подпрограммы LOADANGO , вызывающей связывающий либо перемещающий загрузчик. Разделы интерпретации управляющих карт также могут вызывать сервисные разделы. Предусмотрены средства формирования и отладки новых версий мониторной системы на фоне эксплуатации старой версии. Почти все части мониторной системы написаны на автокоде MADLEN (некоторые на языке ФОРТРАН).

Язык MADLEN близок к языку СИБЭСМ-6^{/26/}. Транслятор MADLEN быстрый (работает на базе динамического переключателя со скоростью трансляции около 200 команд в секунду), обладает удобной системой диагностики и умеет выдавать таблицу использования идентификаторов. Предусмотрено несколько типов автоматического базирования команд. Ускоренная версия транслятора MADLEN , использующая в качестве входного языка систему понятий вместо текстовых операторов, используется в качестве выходного блока транслятором ФОРТРАН.

ФОРТРАН^{/4/} является основным языком высокого уровня в ОС "Дубна". Несмотря на некоторую архаичность, он обладает целым рядом достоинств и широко применяется в научных и инженерных расчетах. Излагается алгоритм распознавания и первичной обработки операторов^{/27/} и подпрограмм, реализующих удвоенную точность, с расширенным диапазоном порядков чисел. Транслятор выдает обширную диагностику и, в частности, сообщения о переменных, которые используются, но не имели возможности получить начальное значение, что облегчает обнаружение описок в идентификаторах (в ФОРТРАНе не требуется явного описания простых переменных).

В четвертой главе отражены основные особенности диспетчера ОС "Дубна" - аппарат замещения страниц на приоритетной основе и экономная система буферизации результатов счета задач, обеспечившие высокую производительность системы.

На БЭСМ-6 отсутствуют специальные аппаратные средства оценки интенсивности использования страниц. Как и в загрузчике, в диспетчере для оценки активности страниц запоминается очередность первых обращений к страницам после каждого акта замещения страниц, но с применением аппаратных средств защиты страниц. Максимальный приоритет получают страницы, к которым обращение происходит раньше, так как (в разумных предположениях) наиболее вероятно, что они самые активные. Таблица приоритетов имеет ссылочную структуру, и время на ее преобразование на одном шаге не зависит от числа страниц физической памяти.

Приняты меры для устранения вредной конкуренции между задачами в процессе динамического перераспределения памяти. С этой целью дисциплина очереди в задаче замещения страниц предусматривает внеочередное обслуживание приоритетного заказчика и бронирование мощности обслуживания на все время его активности. Максимально возможное совмещение обменов по двум быстрым каналам достигнуто за счет подготовки резервной страницы в задаче замещения по возможности параллельно со считыванием затребованной страницы на старую резервную страницу. При разработке аппарата замещения диссертантом применялась идеология, аналогичная идеологии рабочих наборов^{/28/}, однако алгоритмическое решение совершенно другое, значительно проще и экономичнее, не производится явного и частого подсчета числа активных в данный момент страниц. Равновесное распределение физической памяти между задачами (если это возможно) возникает в процессе смены занимающих процессор задач, в частности, при динамическом изменении приоритетов (см. главу 5).

Проведен анализ алгоритма замещения на предельные возможности. Показано на примере двух задач, обменивающейся и счетной, у которых суммарно K высокоактивных страниц не помещается в физи-

ческой оперативной памяти, что для повышенной средней загрузки процессора по сравнению с однопрограммным режимом требуется выполнение неравенства

$$\frac{1}{N} \sum_{T_i < K\tau} T_i + 2K\tau < \frac{1}{N} \sum_{T_i > K\tau} T_i, \quad (I)$$

где τ - время одного акта замещения, N - число переходов первой задачи в неактивное состояние на время $T_i \geq K\tau$. Показано, что при дисциплине очереди без бронирования в том же модельном случае конкуренция задач приведет к падению полезной загрузки процессора почти до нуля.

Чтобы увеличить правую часть (I), введена буферизация печати в циклических буферах МОЗУ, которая одновременно улучшила совмещение печати со счетом печатающей задачи при ее выходе сразу на реальное устройство.

Дальнейшая буферизация результатов счета на магнитных лентах и магнитных дисках выполнена через промежуточные буферы на формальных страницах - специальном продолжении математической памяти задачи, адресуемом через экстракод и участвующем в замещениях. Система буферизации на магнитных дисках предусматривает автоматическую разгрузку файла вывода с возможностью повторного вывода результатов. Число обращений к дискам минимизировано. Информация в файле вывода при аварийных перезапусках системы не теряется.

В пятой главе диссертации обсуждаются особенности диспетчера, связанные с обслуживанием внешних устройств.

Для повышения пропускной способности системы за счет увеличения загрузки параллельно работающих устройств машины введена возможность автоматической динамической смены приоритетов задач, при которой высокий динамический приоритет чаще получают задачи, мало занимающие процессор машины. В то же время для ускоренного про-

пуска приоритетных задач предусмотрено неравномерное разделение времени между задачами, занимающими процессор, в соответствии со статическим (управляемым оператором) приоритетом. Реализовано это следующим образом. Астрономическое время работы машины разбивается на кванты постоянной длительности. По истечении очередного кванта времени суммируется процессорное время, использованное каждой из задач на протяжении последних N квантов, и делится на приоритетные коэффициенты. Полученные таким образом числа приоритета определяют динамические приоритеты задач на протяжении следующего кванта времени. Приоритеты распределяются в порядке, обратном величине чисел приоритета, а при равных числах приоритета - в порядке статистических приоритетов. Показано, что для устойчивого разделения времени между задачами, занимающими процессор, в пропорции $M_1/M_2 \dots /M_n$ достаточно учитывать процессорное время за последние $N = M_1 + M_2 + \dots + M_n - 1$ квантов (M_1, M_2, \dots, M_n - целые числа, используемые в качестве приоритетных коэффициентов).

Более подробно рассмотрен реально использованный вариант трех пользовательских задач с разделением времени в отношении $4/2/1$. Рассмотрены альтернативные алгоритмы.

С целью экономии физической оперативной памяти значительная часть блоков диспетчера, связанных с обслуживанием внешних устройств, выполнена нерезидентными. Имеется несколько типов нерезидентных блоков. Таковыми, в частности, являются служебные математические задачи. Их достоинством является то, что они используют стандартный аппарат замещения страниц. Чтобы не перегружать физической памяти и памяти на магнитных барабанах, активно используемые служебные задачи запрограммированы с использованием по возможности меньшего числа страниц математической памяти и с малым числом постоянно активных страниц.

Для обслуживания обращений к диспетчеру через экстракоды имеется специальный аппарат вызова и учета мультипрограммных нерезидентных блоков. Такие блоки сгруппированы на трактах диспетчерского барабана, которые при необходимости считываются в захваченную через аппарат замещения страницу первых 32К физической памяти. Такая страница освобождается, если ни один из размещенных на ней блоков больше не нужен ни одной из задач. Нестандартными являются нерезидентные блоки реакции на приказы с операторского терминала и окончания задачи. Первый вызывается непосредственно задачей замещения на свою резервную страницу, второй замещает математическую страницу окончившейся задачи.

Еще одной возможностью для организации нерезидентных блоков диспетчера является использование экстракода физических действий (защищенного от случайного употребления пользователем) для перехода в привилегированный режим, что позволяет избежать перегрузки собственно диспетчера блоками с редко используемыми возможностями. Переход в привилегированный режим применяется при интерпретации некоторых управляющих карт в мониторной системе, а также служебными задачами. При обращении к экстракоду физических действий страница задачи, содержащая привилегированные команды, автоматически с помощью задачи замещения страниц переписывается в первые 32К физической памяти (где возможно их исполнение).

Работа системы на машинах с различной конфигурацией обеспечивается частично автоматически за счет опроса готовности устройств, частично за счет специального набора на инженерном пульте, частично за счет формирования специальных шкал в процессе генерации диспетчера. Имеются также редактирующие сегменты к текстам системы для работы со специфическими конфигурациями.

Рассмотрены некоторые вопросы подключения новых устройств и замены одних устройств другими.

Основные результаты

1. Разработаны и созданы многоуровневая система библиотек модулей загрузки с оптимизацией времени выборки подпрограмм, быстродействующий связывающий загрузчик с широкими возможностями и полуавтоматическая система сегментации со сборкой разделов программ как в динамике их работы, так и заблаговременно.

2. Разработан и создан транслятор с языка ФОРТРАН, в том числе лично автором - блок опознавания и первичной обработки операторов и подпрограммы, реализующие удвоенную точность с расширенным диапазоном чисел.

3. Под руководством диссертанта разработан язык автокода MADLEN и создан транслятор, удобный в эксплуатации и обладающий высоким быстродействием и большими возможностями. MADLEN является основным языком программирования системных подпрограмм в ОС "Дубна".

4. Разработана и создана мониторная система "Дубна", организующая работу многоязыковой системы программирования и представляющая современные возможности пользователям и системным программистам, в частности, аппарат дальнейшего развития системы.

5. Разработаны и реализованы алгоритмы замещения страниц оперативной памяти, обеспечивающие эффективную мультипрограммную работу операционной системы даже в комплексе памяти 32К, в том числе и в случае задач, требующих большой памяти (до 32К каждая).

6. На базе развития серийного диспетчера Д-68, предварительно переписанного на автокод MADLEN, создан новый диспетчер с расширенными возможностями, включая динамическую смену приоритетов задач, пакетную обработку, аппарат служебных задач и нерезидентных блоков и др.

7. Работы завершились созданием действующей ОС "Дубна", позволившей решить задачи ОИЯИ по повышению производительности БЭСМ-6, освоению новых устройств, в частности магнитных дисков, взаимодействию БЭСМ-6 с другими ЭВМ и повышению производительности труда программистов. Коэффициент загрузки процессора БЭСМ-6 во время нормальной эксплуатации системы (когда не ведутся отладки новых версий системы) удалось довести до 98-99%. Созданное математическое обеспечение в той или иной мере используется практически на всех ЭВМ БЭСМ-6, а на многих из них - в полном объеме.

Основное содержание диссертации изложено в работах /I-4 II-13, 22-24, 27, 30/ и докладывалось на всесоюзных конференциях по программированию, на совещаниях по математическим методам решения физических задач и на конференциях ассоциации пользователей БЭСМ-6.

Без активного участия и поддержки большого числа специалистов, как математиков, так и инженеров-электронщиков, было бы невозможно создать развитую операционную систему. Диссертант глубоко признателен всем, с кем в течение многих лет ему довелось работать.

ЛИТЕРАТУРА

- I. В.Ю.Веретенев, Н.Н.Говорун, Е.А.Жоголев, В.П.Иванников, М.И.Кабанов, Л.Н.Королев, Е.Н.Пасхин, Д.Б.Подшивалов, О.И.Рау, В.А.Ростовцев, И.Н.Силин, А.Н.Томилин, В.П.Шириков. Вариант операционной системы для серийного образца машины БЭСМ-6. Труды ВКП^{ж*}, заседание Д, Изд. ИК АН УССР, Киев, 1968.
2. В.Ю.Веретенев, Н.С.Заикин, И.Н.Силин. Мониторная система БЭСМ-6. Общая организация. Совещание по прогр. и мат. методам решения физ. задач (май 1969), ОИЯИ, II-4655, Дубна, 1969.

*) Первая всесоюзная конференция по программированию.

3. Н.Н.Говорун, В.Ю.Веретенев, А.И.Волков, Н.С.Заикин, И.Н.Силин, Р.Н.Федорова, В.П.Шириков. Мониторная система "Дубна" для ЭВМ БЭСМ-6. Труды ВКП^{ж*}, заседание Ж, Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
4. З.Бродзинский, В.Ю.Веретенев, Петер Гизе, П.Гизе, Р.Гирр, Н.Н.Говорун, Н.С.Заикин, В.А.Загинайко, Д.Леч, Э.Ловаш, Г.Л.Мазный, Р.В.Полякова, А.И.Салтыков, Г.Л.Семашко, И.Н.Силин, А.А.Хошенко, В.П.Шириков. Транслятор с языка ФОРТРАН для системы математического обеспечения БЭСМ-6. Труды ВКП, заседание В, Изд. ИК АН УССР, Киев, 1968.
5. Г.И.Бабецкий, М.М.Бежанова, Ю.М.Волошин, А.П.Ершов и другие. Система автоматизации программирования АЛЬФА, ЖВМ и МФ, 5,2, 1965.
6. В.М.Курочкин, Д.Б.Подшивалов, Г.И.Седанкина, А.И.Срагович, Н.И.Стрелкова, А.Я.Фалетова. Система БЭСМ АЛГОЛ. Труды ВКП^ж, заседание В, Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
7. Т.Д.Думшева, Ю.М.Морозов, В.К.Федосов, Язык Автокод СОМИ с расширенными возможностями для машины БЭСМ-6. Труды ВКП, заседание В, Изд. ИК АН УССР, Киев, 1968.
8. Н.Н.Говорун, В.А.Ростовцев, В.П.Шириков. О математическом обеспечении измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ "Дубна". Совещание по прогр. и мат. методам решения физ. задач (май 1969), ОИЯИ, II-4655, Дубна, 1969.
9. А.И.Волков. Автокод MADLEN. ОИЯИ, Б4-II-4654, Дубна, 1969.
10. А.И.Волков. Машиноориентированные языки и связанные с ними элементы в системе математического обеспечения "Дубна". Автореферат диссертации канд. физ.-мат. наук (рук. И.Н.Силин), ОИЯИ, II-5613, Дубна, 1971.
- II. В.Ю.Веретенев, А.И.Волков, Н.Н.Говорун, В.А.Загинайко, Н.С.Заикин, Г.Л.Мазный, Р.В.Полякова, Г.Л.Семашко, И.Н.Силин, А.А.Хошенко, В.П.Шириков. Краткое описание системы "Дубна". ОИЯИ, Б-II-7393, Дубна, 1973.

ж*) Вторая всесоюзная конференция по программированию.

12. В.Ю.Веретенев, М.И.Гуревич, А.В.Гусев, В.З.Житенев, Н.С.Заикин, Л.Г.Каминский, О.Н.Ломидзе, И.Н.Силин, В.А.Федосеев, В.П.Шириков. Новый диспетчер для ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, II-7059, Дубна, 1973.
13. И.Н.Силин. Диспетчер ДД73 машины БЭСМ-6. Материалы совещания по прогр. и мат. методам решения физ. задач (1973), ОИЯИ, ДЮ-7707, Дубна, 1974.
14. И.Б.Зацыхайло, С.С.Камынин, Э.З.Любимский, М.Р.Шура-Бура. Операционная система ИПМ АН СССР для БЭСМ-6 (ОС ИПМ). Труды ВКП2, заседание В, Изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
15. В.П.Иванников, Л.Н.Королев и другие. Операционная система НД-69. Труды ВКП2, приглашенные доклады, вып. 2, изд. ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1970.
16. Е.А.Жоголев, М.И.Кабанов. Основные черты операционной системы УНИОС-68. Сборник работ ВЦ Московского университета, вып. I7, 1971.
17. С.А.Зельдинова, Л.В.Кошкина, Ю.В.Озорнин, В.Ф.Тюрин, Н.И.Щуплепов. Структура и функционирование ОС ДИСПАК. Сборник научных трудов № 136, Изд. ЧПИ, Челябинск, 1973.
18. С.А.Зельдинова, М.В.Паремский, В.Ф.Тюрин. Новые возможности ОС ДИСПАК. Материалы 5-й конференции ассоциации пользователей БЭСМ-6. Развитие программного обеспечения БЭСМ-6. Изд. ВЦ АН СССР, Москва, 1975.
19. В.Ю.Веретенев, М.И.Гуревич, В.А.Федосеев. Мультидоступная система "Мультитайп" на БЭСМ-6. Изд. Института атомной энергии, ИАЭ-2409, Москва, 1974.
20. В.Ю.Веретенев, А.И.Волков, М.И.Гуревич, В.С.Козик, Е.И.Подъячев, М.Л.Шапиро. Дисковая операционная система. Изд. Института атомной энергии, ИАЭ-2486, Москва, 1975.
21. Е.А.Жоголев. Внутренний язык СИМПА. Сборник работ ВЦ Московского университета, вып. I7, 1971.
22. Н.С.Заикин, И.Н.Силин. Принципы организации общей библиотеки стандартных подпрограмм и работа с ней в системе "Дубна" ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, II-6410, Дубна, 1973.

23. И.Н.Силин. Загрузчик фортраноориентированной системы программирования, использующий "подкачку". Материалы совещания по прогр. и мат. методам решения физ. задач (май, 1969), ОИЯИ, II-4655, Дубна, 1969.
24. И.Н.Силин. Описание программы - загрузчика. ОИЯИ, БИ-II-4974, стр. II, Дубна, 1970.
25. Д.Баррон. Ассемблеры и загрузчики. "Мир", Москва, 1974.
26. Е.А.Жоголев. Сообщение об автокоде СИБЭСМ-6. Сборник работ ВЦ Московского университета, вып. I7, 1971.
27. И.Н.Силин. Блок выборки, опознавания и первичной обработки оператора. Материалы совещания по проблемам автоматизации обработки информации с использованием вычислительных машин (октябрь 1967), ОИЯИ, Б2-II-3907, Дубна, 1968.
28. Peter J. Denning. On modeling program behavior. AFIPS Conf. Proc. Vol. 40. Spring Joint Comput. Conf. Atlantic City. N.J. 1972, Montvale N.J. p.937, 1972.
29. Н.С.Заикин, Г.Л.Семашко, В.П.Шириков. Пакетная обработка в системе математического обеспечения "Дубна" ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, II-7241, Дубна, 1973.
30. О.Н.Ломидзе, И.Н.Силин. Буферизация перфорации и данных для графопостроителя на ЭВМ БЭСМ-6. ОИЯИ, II-8082, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 октября 1975 года.