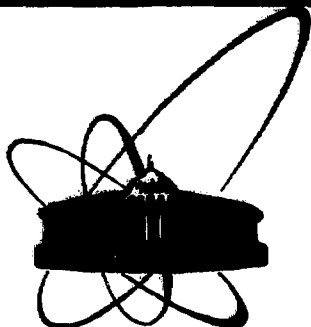


5168209104 ✓



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

10-82-292

**З.М.Иванченко, И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко,  
П.В.Моисевз**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ПРОГРАММ НАКОПЛЕНИЯ  
СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ  
В СИСТЕМЕ НВООК**

**1982**



Система нвook /1,2/ - пакет прикладных программ, предназначенный для статистической обработки данных, - обеспечивает декларирование статистических объектов, создание динамических структур локальной базы данных, накопление распределений и операции над ними, включая фитирование, сглаживание и т.п. В нвook входят программы представления результатов на АЦПУ в виде гистограмм, диаграмм рассеяния, таблиц. Для графического представления результатов, получаемых нвook, может быть использован разработанный в ЦЕРНе пакет nPLOT /3/. Программы пакетов написаны на подмножестве фортрана, близком к ANSI FORTRAN4. Дополнительные свойства мобильности (портабельности) обеспечиваются за счет средств генерации типа PATCHU /4/ или UPDATE /5/. нвook используется на ЭВМ CDC-6500, ЕС ЭВМ, БЭСМ-6 ОйЯИ и на других ЭВМ /1/ в различных ядерно-физических центрах. При выработке основных концепций, правильность которых подтверждена опытом широкого и интенсивного использования этой системы, учитывались такие требования, как надежность, многофункциональность, адаптивность и простота использования.

При обработке большого количества событий (десятки миллионов в современных электронных экспериментах) и широком множестве типов гистографируемых величин одним из наиболее критичных к экономичности пакета параметров является скорость накопления гистограмм. В рамках нвook имеются программы nFILL, nF1(2), обеспечивающие существенно различные скорости накопления статистических распределений. В последнее время предприняты попытки создания новых программ, обладающих повышенной скоростью выполнения алгоритма.

Программа nFILL характеризуется универсальностью и адаптивностью к различным формам представления входной информации, позволяющей за счет автоматической настройки накапливать распределения различной размерности. Используя локальную базу данных, программа идентифицирует статистический объект и увеличивает содержимое канала,

соответствующего гистограммируемым величинам, на значение веса, задаваемого вызывающей программой или по умолчанию. Гистограммируемые величины могут быть как вещественными, так и целыми. Распределения строятся в неупакованном виде и в режиме упаковки нескольких каналов в одном машинном слове. Ширина канала может задаваться вызывающей программой или выбираться автоматически. При дефиците оперативной памяти банк данных соответствующего статистического объекта автоматически размещается во вторичной памяти. При заполнении двумерных распределений программа `HGILL` накапливает также общие и парциальные проекции, если они продекларированы на стадии заказа. В программе `HGILL` последовательно используется концепция защитного программирования. Вначале осуществляется проверка входных данных на соответствие их свойств атрибутам и диапазонам изменения, на их логическую согласованность. При этом используются информационные блоки, поставляемые на начальном шаге - заказе статистических объектов. Защитная часть программы позволяет использовать данные, накопленные в других задачах, без явного описания типов этих данных. Таким образом, снижаются требования к формам представления гистограммируемых данных, что особенно актуально при решении крупной проблемы в рамках многостороннего сотрудничества, когда осуществляется обмен информацией на так называемых лентах суммарных результатов. Обладая рядом указанных привлекательных качеств, эта программа уступает остальным программам пакета по скорости накопления данных.

В программе `HG1(2)` скорость накопления повышена по сравнению с `HGILL` за счет специализации, сужения защитных функций и снижения адаптивности. При оперировании одномерными распределениями (значительное количество параллельно накапливаемых гистограмм, режим упаковки) программа `HG1` работает более чем в 2 раза быстрее программы `HGILL`. Одним из возможных подходов применения этих программ является использование `HGILL` на ранней стадии создания системы обработки с последующим переходом на более быстрые программы накопления.

Возрастание объема данных, подлежащих статистической обработке, внедрение пакета `НВОСК` как в системах реального времени, так и на последующих стадиях обработки экспериментальной информации стимулировали разработку программ с повышенной скоростью накопления гистограмм. Одно из направлений этих разработок связано с внедрением ЕС ЭВМ в ОИЯИ. Первоначально программа `HG1` (быстрого накопления распределений) разрабатывалась как расширение существующего функционального набора. В процессе разработок и исследования временных характеристик новой программы получены решения, позволяющие заменить

программу нг1, используя вместо нее нгг1. Сопровождение обеих указанных программ в будущем предопределяется только требованием обратной совместимости, т.к. обращение к нгг1 несколько отличается от оператора вызова нг1 в программах пользователя.

Одним из основных требований к пакету программ нвоок является портабельность пакета в целом, обеспечиваемая в значительной степени за счет свойств генерируемости и унификации библиотек общего назначения. Дополнительным требованием является прямая портабельность его базовых компонентов. В связи с этим созданы два варианта нгг1. Портабельный вариант реализован на стандартном подмножестве фортрана с учетом концепций структурного программирования. Выигрыш в скорости в данном варианте получен, в частности, за счет внутримодульной реализации функций скатия результирующих массивов и уменьшения объема вычислений квазидинамических характеристик. Дополнительный выигрыш в скорости получен за счет алгоритма статистики обработки массивов, в рамках которого указатели элементов динамической структуры выносятся в программу пользователя.

Для типовых режимов статистической обработки машинно-независимый вариант нгг1 дает шестикратное увеличение скорости по сравнению с нггг. Этот фактор возрастает с увеличением количества накапливаемых распределений.

В связи с широким внедрением ЕС ЭВМ, отражающим общую тенденцию унификации средств вычислительной техники в рамках международного сотрудничества, изменилось содержание понятия мобильности программ для ЭВМ различной конфигурации.

Вариант ЕС-ориентированной программы нгг1 написан на языке ассемблера. Увеличение скорости в данном варианте по сравнению с фортраном получено за счет использования регистровых операций, оптимизации алгоритмов вычисления адресов динамических структур на основе входных данных смешанного типа. В режиме скатия результирующих массивов основной выигрыш в скорости достигается путем учета байтовой организации памяти ЭВМ. Оптимизация скорости обеспечивается также за счет векторизованных (групповых) операций пересылки значений переменных и линеаризованного алгоритма передачи фактических параметров. Общий фактор повышения скорости ЕС-ориентированного варианта нгг1 по сравнению с нггг достигает 10 в типовых режимах, а для реализации процедуры упаковки необходимо в 13 раз меньше времени.

Следует отметить относительно сильную зависимость времени выполнения программ от уровня транслятора на ЕС-ЭВМ. Мы использовали при создании объектных модулей транслятор типа н.

Временные характеристики программ накопления

ЭВМ		Время накопления в относительных единицах					
		без упаковки			с упаковкой		
		I	10	100	I	10	100
Программа	число гистограмм						
		ЕС-1040	HFILL	15,29	19,23	21,53	17,73
	HF1	3,22	7,39	9,52	7,65	10,26	12,13
	HFF1 (A)	2,17	2,36	2,36	2,21	2,44	2,44
ЕС-1060	HFILL	6,90	8,60	9,77	7,82	9,21	10,21
	HF1	1,37	2,95	3,90	3,20	4,14	4,96
	HFF1 (F)	1,42	1,33	1,33	2,45	2,27	2,27
	HFF1 (A)	1	1	1	1	1	1
CDC-6500	HFILL	6,98	7,60	8,57	7,61	8,00	8,83
	HF1	1,14	2,70	3,67	2,86	3,81	4,60
	HFF1 (F)	1,20	1,54	1,54	2,47	2,49	2,49
CYBER 170-720	HFILL	6,63	7,09	7,97	7,15	7,39	8,11
	HF1	1,03	2,45	3,30	2,51	3,38	4,12
CYBER 170-730	HFILL	4,27	4,65	5,22	4,71	4,86	5,34
	HF1	0,73	1,68	2,25	1,69	2,29	2,79
CDC-7600	HFILL	0,57	0,61	0,67	0,63	0,64	0,69
	HF1	0,11	0,20	0,26	0,23	0,29	0,34

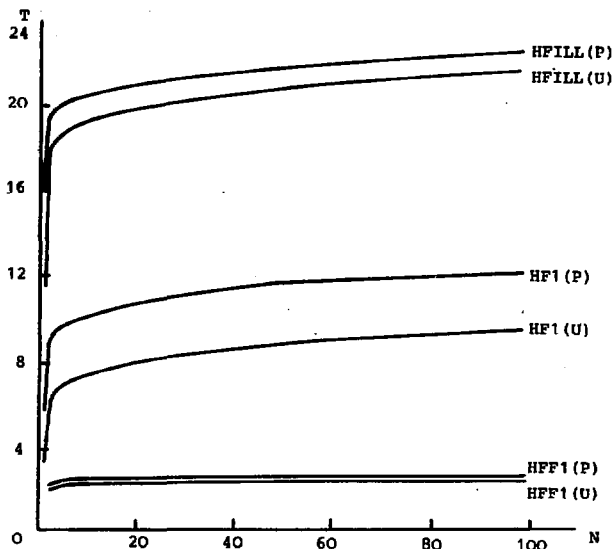
Обращение к программе HFF1

CALL HFF1 (ID, NID, X, WEIGHT)

обеспечивает увеличение содержимого канала гистограммы, соответствующего значению  $x$ , на величину WEIGHT.

ID - идентификатор гистограммы (входной параметр, имеющий тот же смысл, что и в других программах пакета /1/).

NID - выходной параметр. Этой переменной перед первой операцией заполнения гистограммы необходимо присвоить отрицательное значение на тех ЭВМ, где оператор ветвления не допускает обработки неопределенных величин. Между ID и NID должно быть взаимно однозначное соответствие.



Временные характеристики программы накопления для ЭВМ ЕС-1040.

- N — число гистограмм,  
 T — время накопления в относительных единицах,  
 (P) — с упаковкой содержимого каналов,  
 (U) — без упаковки содержимого каналов.

Ассемблерный вариант программы HFF1 допускает три уровня квантования (1 байт, 2 байта, полное слово) при размещении содержимого каналов гистограммы в памяти ЭВМ. Нарушение этого условия идентифицируется и диагностируется программой.

В ОИЯИ на CDC-6500 внедрен фортранный вариант HFF1, а на ЕС ЭВМ — ассемблерный (в таблице они помечены, как HFF1 (F) и HFF1 (A) соответственно).

Синтаксическая и функциональная совместимость программ HF1 и HFF1 позволяет достаточно просто изменить ранее созданные программы пользователя с целью улучшения их временных характеристик.

Для выбора программы накопления, а также режима работы выбранной программы для конкретных применений могут быть использованы временные характеристики программы, приведенные в таблице и на рисунке. Эти данные позволяют также оценить вычислительную мощность рав-

личных ЭВМ относительно базовой для широкого класса программ обработки.

В заключение авторы выражают благодарность профессору Н.Н.Говоруну за поддержку данной работы, И.А.Савину за инициирование работ по созданию ЕС-ориентированной версии программы.

Мы признательны Э.Штрайту за помощь при анализе влияния различного уровня фортранных трансляторов на эффективность программ в машинном коде; В.Н.Евсиной за помощь на стадии подготовки и отладки программ на ЕС-1060.

Авторы благодарят Р.Бруна за полезные обсуждения алгоритмов оптимизации доступа к элементам динамической структуры.

#### Литература

1. Brun R., Ivanchenko I. Palazzi P. HBOOK-3.00, CERN, DD/77/9, 1977.  
HBOOK-3.18, CERN, DD-EE-81.1, 1981.
2. Брун Р. и др. ОИЯИ, РЮ-11850, Дубна, 1978.
3. Brun R., Watkins H. HPL0T-4, CERN, DD-EE-80.2.
4. Klein H., Zoll J., PATCHY-4, CERN, 1977.
5. UPDATE Reference Manual. CDC, Publ. No. 60342500, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 апреля 1982 года.



## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги,  
если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
ДБ-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика



Иванченко Э.М. и др.

10-82-292

Сравнительные характеристики программ накопления статистических распределений в системе HB00K

В работе приведены результаты исследований характеристик программы накопления статистических распределений в системе HB00K. Разработаны и описаны машинно-независимый и ЕС-ориентированный варианты программы HFF1, дающие повышение скорости накопления одномерных распределений соответственно в 6 и 10 раз по сравнению с программой HFILL. Выигрыш в скорости получен за счет внутримодульной реализации функций сжатия результирующих массивов, уменьшения объема вычислений квазидинамических характеристик, учета байтовой структуры ЗВМ, оптимизации алгоритмов поиска элементов динамических структур. В относительных единицах приведены временные характеристики программ накопления для ряда ЗВМ. Полученные результаты позволяют оптимизировать процесс статистической обработки за счет выбора программ накопления, а также режима работы выбранной программы.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Ivanchenko Z.M. et al.

10-82-292

Comparative Characteristics of Programs for Filling Statistical Distribution in HB00K Package

Results of the study of programs for filling statistical distribution in HB00K package are presented. Computer-independent and ES-oriented HFF1 programs are elaborated and described. These programs increase speed for filling one-dimensional distribution by 6 and 10 times, respectively, as compared with HFILL program. This speed-up has been achieved by realizing the compression of output array within the module, decreasing numbers of calculation of quasidynamic characteristics, taking account of the byte oriented structure of one machine and optimizing the algorithm searching for elements of the dynamic structure. Time characteristics of the filling programs are indicated in relative units. These results allow one to optimize processing of statistical data.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.

Редактор Н.Н.Зрелова.

Макет Р.Д.Фоминой.

Подписано в печать 28.04.82.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 0,69.

Тираж 375. Заказ 31203.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.