



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-85-316

В.В.Галактионов, М.Н.Хаиндрава*

СИСТЕМА СТАТИСТИЧЕСКОГО ОТЧЕТА
И УЧЕТА КОММЕРЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ
НА ЕС ЭВМ

* Тбилисский государственный университет

1985

Эффективное применение средств вычислительной системы (технического и программного обеспечения) требует наличия развитого аппарата автоматизированного учета и контроля использования ресурсов вычислительной машины, наблюдения и регулирования прохождения задач в системе с оценкой производительности всего вычислительного процесса.

Описываемая в данной работе учетная система состоит из комплекса взаимосвязанных программ как из штатного состава операционной системы, так и вновь разработанных, и включает в себя:

- систему регистрации статистической информации о работе ЭВМ и прохождения задач в системе (системная мониторинная программа в ОС ЕС);
- систему парольного доступа пользователей к средствам ЭВМ и ОС;
- лимитную систему учета распределения машинного времени и слежения за его использованием;
- программу оценки потребленных задачами ресурсов в условных единицах коммерческого времени на основе данных системной мониторинной программы;
- программу статистических расчетов работы ЭВМ и ОС и оценки их производительности;
- программы сопровождения и ведения архива статистических данных.

1. Системная мониторинная программа

На ЕС ЭВМ стандартными средствами программного обеспечения наблюдение за работой вычислительной системы, осуществляемое системной мониторинной программой (СМП), выражается в сборе информации об обработке заданий и их пунктов операционной системой и использовании заданиями времени центрального процессора, основной памяти (реальной + виртуальной), периферийных устройств и наборов данных. Системная мониторинная программа получает управление при наступлении определенных событий в операционной системе ЭВМ, таких, как: ввод и интерпретация операторов языка управления заданиями, постановка задания в очередь для планирования, иницирование или завершение пункта задания или всего задания и др. При этом СМП собирает информацию, связанную с этими событиями, регистрирует ее в вычислительной

системе в виде записей, имеющих стандартную форму, накапливает в буфере SMP в основной памяти и в конечном итоге переписывает в специальные последовательные наборы данных на томе прямого доступа и в архивы на магнитной ленте.

Системная мониторинная программа в некоторых случаях передает управление с возвратом так называемым программам выходов SMP, которые составляются программистами, ответственными за эксплуатацию ЭВМ, для динамического контроля прохождения и обработки заданий.

Системная мониторинная программа является дополнительным средством управляющей программы операционной системы ЕС ЭВМ для режимов MFT, MVT или SVS и включается в нее при генерации ОС ЕС. Выбор режима работы SMP определяется параметрами, значения которых задаются в разделе SMFDEFAULT библиотеки SYS1.PARMLIB. Эти значения могут модифицироваться оператором ЭВМ в процессе инициализации SMP при загрузке ОС.

Системная мониторинная программа формирует записи четырех видов: записи использования вычислительной системы, записи использования томов, записи активности наборов данных и записи учета.

Записи использования вычислительной системы (типы записей 0-3, 7-13) описывают конфигурацию вычислительной системы и режим работы ОС и SMP, содержат статистику о работе системы (например, время ожидания процессора и частота смены страниц) и сообщают о выполнении некоторых событий.

Записи учета (типы 4-6) содержат данные о заданиях и пунктах заданий, обработанных вычислительной системой.

При работе на ЭВМ системы разделения времени (SRB), в набор данных SMP могут также поступать записи о работе SRB с типами 40-42, 30-35 и 38.

Кроме того, SMP предоставляет возможность включения в статистику пользовательских записей с номерами типов I28-255.

Во всех случаях каждая запись, заносимая в набор SMP (в том числе пользовательская), должна содержать стандартный заголовок записи SMP длиной I4 байтов, приведенный в таблице I.

2. Система парольного учета пользователей

Задание в операционной системе ЕС ЭВМ идентифицируется по управляющей карте JOB именем, полем учетной информации, именем программиста, которые можно объявить в ОС обязательными параметрами:

// < имя задания > JOB < уч. инф. > [, < имя прогр. >]

Таблица I.

Стандартный заголовок данных SMP

Смещение десятичное	Размер поля в байтах	Формат данных	Содержимое полей
0	1	двоичный	не используется
1	1	"-	код типа записи
2	4	"-	время занесения записи в буфер SMP
6	4	упакованный	дата занесения записи в буфер SMP
10	2	ДКОИ	идентификатор ОС ЕС
12	2	"-	шифр ЭВМ

Система парольного учета должна уметь идентифицировать по этим данным пользователя, однозначно определять его "координаты" (принадлежность к конкретному структурному подразделению или организации, тематический план его работы, телефон и др.), а также иметь средства обработки и сортировки этой информации.

В ЛВТА ОИЯИ для базовой ЭВМ ЕС-1060 ЦВК были выработаны следующие принципы организации парольного учета пользователей и разработано соответствующее программное обеспечение:

- поле учетной информации на карте JOB содержит текст, первые 5 символов которого являются личным паролем пользователя ЭВМ, обеспечивающим доступ к средствам операционной системы и ЭВМ;

- первый символ пароля определяет подразделение пользователя (соответствие символических названий задается в разделе PARMLIB библиотеки SYS1.PARMLIB);

- список паролей считывается из раздела PASSWORD системной библиотеки программой PASS (процедура IDPASS) и располагается в оперативной памяти в поле данных резидентного модуля SYSCVT из библиотеки SYS1.SVCLIB;

- анализ паролей по данным управляющей карты JOB и модуля SYSCVT выполняется программой выхода SMP IEFUJV, которая получает управление при интерпретации управляющих карт задания от задачи системного ввода и является резидентным модулем библиотеки SYS1.SVCLIB;

- файл паролей PASSWORD имеет карточную структуру с позиционированием информации о пользователе.

I 5 6 I5 I6 35 38 39 40 41 80
| <пароль> | <шифр темы> | <фамилия> | ... | | | <телефон>

Поля 38-40 отведены для определения статуса данного пользователя и степень его ограничения доступа к ОС. Пароль может быть "закрыт" при исчерпании выделенному данному пользователю лимита машинного времени.

Во всяком случае, отличие от пробелов символов в позициях 38-40 является запрещением загрузки в оперативную память данного пароля программой PASS.

3. Распределение машинного времени и слежение за его использованием

Планирование и распределение машинного времени для базовой ЭВМ ЕС-1060 исходит от технического состояния ЭВМ, устойчивости ее функционирования и оценки производительности работы всей вычислительной системы в целом, включая и ее математическое обеспечение.

На основе опыта предыдущих лет эксплуатации ЭВМ на 1985 год запланированы два показателя выдачи машинного времени:

- полезное время (время готовности ЭВМ и ОС к работе) - 5500 часов;
- коммерческое время (оценка потребления ресурсов ЭВМ и ОС задачами пользователей в единицах условного коммерческого времени) - 11000 часов.

На основе статистических данных при сохранении режима использования ЭВМ, степени ее загрузки и уровня производительности прогноз выдачи указанного коммерческого времени за планируемое полезное время вполне реален.

В принятой в ОИЯИ системе распределения машинного времени (в частности, коммерческого времени для ЕС-1060) заложены принципы:

- все коммерческое время распределяется между подразделениями ОИЯИ (лабораториями) согласно их потребностям и возможностям ЭВМ;
- в лабораториях время соответственно распределяется по группам пользователей, работающих по общему проблемно-тематическому плану исследовательских работ;
- определенная часть машинного времени остается в резерве фонда дирекции;

- слежение за ресурсом использованного времени производится поквартально:

а) неиспользованное время групп пользователей списывается с их годовых лимитов;

б) группам активных пользователей, допустивших перерасход коммерческого времени, может быть выделено дополнительное время из фонда дирекции.

Слежение за выделенными лимитами коммерческого времени на основе данных учетной программы о потреблении ресурсов ЭВМ задачами пользователей выполняет программа LIMIT.

Информация о выделенных квотах времени по подразделениям и тематическим планам, а также поквартальное использование его находится в разделе QUOTANN системной библиотеки SYS1.SMFPRM (для 1985 года NN-85).

При этом программа LIMIT в зависимости от входных параметров выполняет:

- распечатку отчета о состоянии использования коммерческого времени в текущий момент;
- коррекцию отдельных квот времени по Лабораториям и темпланам при выделении лимитов времени из фонда дирекции;
- вычитает из общего годового лимита коммерческое время, неиспользованное в текущем или предыдущих кварталах;
- обнаруживает перерасход годового лимита времени отдельными подразделениями и группами пользователей по тематическому плану и выдает соответствующие распечатки.

В автоматическом режиме при обнаружении перерасхода выделенного коммерческого времени программа LIMIT "закрывает" пароли пользователей, допустивших перерасход, проставляет соответствующие признаки в поле статуса пароля в файле PASSWORD.

При выделении "оштрафованным" таким образом пользователям дополнительного лимита времени эти ограничительные признаки автоматически снимаются.

4. Программа вычисления коммерческого времени.

Записи наборов данных СМП содержат достаточно полную информацию о прохождении заданий пользователями в среде операционной системы и о потреблении ими основных ресурсов ЭВМ, которыми являются:

- время центрального процессора,
- приоритет счета,
- использование основной памяти (оперативной и виртуальной),

- обмен данными с периферийными устройствами ввода-вывода,
- печать,
- число карт во входном потоке задания,
- работа с терминалами.

При этом в учетной программе обрабатываются записи СМП типов 253, 4-6 для пакетных задач и 255, 30 и 35 для диалоговых систем.

Как выше уже отмечалось, записи СМП располагаются в хронологическом порядке по мере наступления определенного регистрируемого события в последовательных наборах данных на дисках или магнитных лентах. Каждая из записей содержит стандартный заголовок, указывающий тип записи, дату и время ее поступления в набор данных СМП, модель машины и др.

В одном из модулей учетной системы СМТИМЕ вычисляется коммерческое время, как некоторая условная единица оценки потребления машинных ресурсов каждым пунктом задания. Из последовательного набора данных СМП выделяются типы записей:

- тип 253 - инициализация задания,
- тип 4 - завершение пункта задания,
- тип 5 - завершение задания,
- тип 6 - запись программы системного вывода о числе строк (карт), выдаваемых заданием через набор данных 'SYSOUT'.

4.1. Задачи пакетной обработки

Задачи для пакетной обработки могут запускаться оператором через системные устройства ввода либо пользователем через терминальные системы.

Каждая из записей СМП указанного выше типа идентифицируется двумя признаками < имя задания > < пароль >, составляющими 13-символьное поле для каждого задания в массиве JOBASST программы модуля СМТИМЕ. При обработке записей СМП типа 4 в массивах

JOBSPUTIME, JOBSTIME и JOBSMTIME накапливается соответствующая информация о задании: использованное время центрального процессора, астрономическое время нахождения задания в системе и вычисленное коммерческое время.

На основе данных записей типа 4 определяется:

- BCPUTIME - время ЦП в сотых долях секунды,
- CARDNUMBER - число карт во входном потоке задания,
- BPRIOR - диспетчерский приоритет счета,
- TIMESTEP - астрономическое время в сотых долях секунды нахождения программы пункта задания в оперативной памяти,

- BREGION - заказанная память для пункта задания в килобайтах (1 килобайт - 1024 байта),
- USEDREGION - реально использованная память в килобайтах,
- PENALMEMORY - "штрафные" начисления за нерациональное использование заказанной памяти для пункта задания,
- ITAPE - число постановок магнитных лент для шага задания.

По данным этой же записи вычисляется активность использования внешних устройств ввода-вывода, которые характеризуются классами и типами:

Таблица 2

Классы и типы периферийных устройств

ВУ	Класс	Тип	Число обменов	Коэффициент
МД 5061	32	8	ЕХСР08	K1 = 2
МД	I28	I	ЕХСР01	K2 = 4
ввод п/к	8	4	ЕХСР04	K8 = 100
вывод п/к	8	2	ЕХСР02	K9 = 100
ввод п/л	8	I6	ЕХСР16	K7 = 10000
вывод п/л	8	23	ЕХСР23	K10 = 1000
графопост- роитель	I6	254	ЕХСР254	K6 = 5000
терминалы 7920	I6	9	ЕХСР09	K11 = 100

Ниже приводится формула вычисления коммерческого времени на языке ПЛ/I:

$$\begin{aligned}
 \text{СМТИМЕ} = & \text{BCPUTIME} + ((\text{BPRIOR}/16) * 5) / 100 + (\text{TIMESTEP}/100) * (\text{BREGION}) / 20 + \\
 & + \text{PENALMEMORY} + \text{K1} * \text{ЕХСР08} + \text{K2} * \text{ЕХСР01} + \text{K4} * \text{ITAPE} + \text{K3} * \text{CARDNUMBER} + \text{K6} * \text{ЕХСР254} + \\
 & + \text{K7} * \text{ЕХСР16} + \text{K8} * \text{ЕХСР04} + \text{K9} * \text{ЕХСР02} + \text{K10} * \text{ЕХСР23} + \text{K11} * \text{ЕХСР09};
 \end{aligned}$$

Коэффициенты K3 и K4, не указанные в таблице 2, равны соответственно 10 и 500.

Пояснение к формуле:

- Начисления за приоритет счета:

за каждую единицу приоритета в представлении PRTU начисляется дополнительно 5% использованного времени центрального процессора.

- За один обмен с периферийным устройством ввода-вывода начисляется:

МД	-	0,02 с,
МЛ	-	0,04 с,
ввод п/л	-	100 с,
вывод п/л	-	10 с,
ввод п/к	-	0,1 с,
вывод п/к	-	1 с,
графопост- ройтель	-	50 с,
постановка МД	-	5 с.

- Начисление за объем оперативной памяти:

5% астрономического времени выполнения пункта задания за каждые заказанные 100 килобайтов.

- За каждые неиспользованные 50К байтов в заказанной оперативной памяти производится начисление в размере 10% астрономического времени пункта задания. При объеме заказанной памяти менее 100К и излишках в заказе менее 20К штрафные начисления не производятся.

При обработке записи СМП с типом 6 к вычисленному коммерческому времени добавляются начисления за использование печати или перфорации:

- при общем объеме выдачи менее 500 строк - 0,1 с за строку,
- за каждые последующие порции печати по 500 строк цена каждой строки увеличивается на 0,05с.

При обработке записи СМП с типом 5 делается отметка о завершении задания. При отсутствии такой отметки задание считается невыполненным и все использованные машинные ресурсы переходят в класс потерь при составлении статистических отчетов о работе вычислительной системы.

4.2. Терминальные системы

В настоящее время на ЕС-1060 эксплуатируются две независимые терминальные системы: ТЕРМ и система разделения времени (СРВ), каждая из которых генерирует записи о сеансах пользователей для включения в набор данных СМП.

ТЕРМ:

По окончании сеанса (команда LOGOUT) генерируется запись с типом 255, содержащая данные о потреблении процессорного времени, числе обменов с терминалом и запуске процедурных программ пользователем в течение сеанса.

СРВ:

В учетной системе обрабатываются записи системы разделения времени типов 30 и 35. Запись 30 поступает в СМП при запуске управляющей программы СРВ и содержит главным образом информацию о распределении оперативной памяти под управляющую программу и разделы пользователей СРВ.

Запись 35 генерируется СРВ по окончании сеанса (по команде LOGOFF) и содержит информацию о потреблении процессорного времени, приоритете счета и количестве обменов с терминалом пользователя в сеансе.

Запуск системы СРВ и задач пользователей под ее управлением регистрируется программой выхода записи типа 253 в наборе СМП.

Записи типов 253 и 5 в наборе СМП отмечают также работу программы управления сообщениями системы СРВ.

Во всех случаях (для систем ТЕРМ и СРВ) начисления коммерческого времени за использование процессорного времени, оперативной памяти и приоритета счета производятся на общих основаниях, как и для пакетных заданий. Обмен с терминалами оценивается в 0,1 с коммерческого времени.

4.3. Формы отчетов учетной программы

В учетной программе предусмотрена выдача различного типа отчетов стандартного типа по параметрам умолчания и различного уровня детализации информации по отдельным заданиям и пользователям по заданным параметрам.

Стандартный отчет предусматривает сбор информации со всего набора данных СМП и распечатку:

- статистической таблицы о работе ЭВМ и ОС;
- общей таблицы об использовании астрономического, процессорного и коммерческого времени по подразделениям (лабораториям) ОИЯИ, а также обработанных задач и печати;
- аналогичной таблицы по каждому подразделению по тематическим планам;
- такой же таблицы для каждого пользователя персонально.

Отчет с детализацией требует задания параметров временного диапазона обработки набора СМП в формате ДД.ММ.ГГ-ДД.ММ.ГГ и цифрового или символического задания типа выдачи.

Символические параметры: {G, T, X, E}

- T - стандартный параметр, идентифицирующий следующие за ним цифровые типы выдачи;
- G - выдача на печать гистограмм по использованию ресурсов ЭВМ после стандартного отчета;
- X - выдача стандартного отчета и запись вычисленного коммерческого времени в файл квот (раздел QWOTANN) по лабораториям и тематическим планам;
- E - распечатка диагностической информации.

Цифровых параметров может быть несколько и они могут принимать значения от 1 до 9:

- 1 - печать списка заданий и использованных ими ресурсов для одной непрерывной работы операционной системы (одна загрузка ОС);
- 2 - печать статистической таблицы о работе ЭВМ и ОС за одну загрузку ОС;
- 3 - печать статистики об использованном времени (астрономического, процессорного и коммерческого), числа задач и печати по паролям пользователям;
- 4 - распечатка данных по каждому пункту задания (при обработке записи СМП типа 4);
- 5 - печать информации по данным записи типа 5;
- 6 - печать информации по данным записи типа 6;
- 7 - задание стандартного формата отчета;
- 8 - распечатка активности использования периферийных устройств и работы системы CPB;
- 9 - распечатка информации о причинах перезагрузок операционной системы по данным записи типа 254.

Примеры

```
S SMFT
S SMFT,D='01.01.85-01.02.85 T=7.'
S SMFT,D='01.12.84-31.12.84 G=1 2 7.'
```

5. Статистический отчет о работе ЭВМ и операционной системы

При последовательной обработке набора данных СМП, учетной программой также собирается и систематизируется информация о состоянии операционной системы и ЭВМ по записям типов 0-3 и 7. Эти записи содержат данные о дате и времени, инициализации СМП (после каждой про-

цедуры IPL) T_0 , дате и времени переписи наборов данных (дампы) с дисков на МЛ, времени ожидания центрального процессора T_w , сообщения о недоступности набора СМП и др.

Во всех случаях (при обработке данных о задачах или состоянии ОС) систематизация выполняется за отрезок времени T_{ipl} непрерывной работы операционной системы:

$$T_{ipl} = T_e - T_0 \quad (1)$$

где T_e - время поступления последней записи от предыдущей процедуры IPL до первой записи новой загрузки ОС.

Это же время T_{ipl} непрерывной работы ОС складывается из времени работы центрального процессора T_{cpu} и времени ожидания T_w :

$$T_{ipl} = T_{cpu} + T_w \quad (2)$$

или

$$T_{ipl} = T_{jcpu} + T_{oscpu} + T_w \quad (3)$$

где T_{jcpu} - процессорное время, затраченное задачами пользователей и вычисленное по данным записей типа 4 и 5.

T_{oscpu} - процессорное время, затраченное на работу операционной системы.

Обработка наборов СМП ведется за определенный интервал времени T_{full} (максимальный - при обработке всего набора или заданный параметрами) за N число перезагрузок операционной системы:

$$T_{full} = \sum_1^N T_{ipl} + T_r \quad (4)$$

$\sum T_{ipl}$ составляет так называемое полезное время как время работоспособности и готовности операционной системы к обработке задач. Остаток T_r содержит:

$$T = T_p + T_{off} + T_{lost} \quad (5)$$

T_p - время, выделенное для технической профилактики ЭВМ,

T_{off} - время запланированного выключения ЭВМ,

T_{lost} - время потерь или простоя ЭВМ.

По приведенным выше формулам учетная программа подготавливает и печатает в формате стандартного отчета статистическую таблицу, которая содержит:

- суммарное полезное время $\sum T_{ip1}$,
- процессорное время задач пользователей $\sum T_{jcpu}$,
- коммерческое время задач пользователей $\sum T_{com}$,
- процессорное время, затраченное ОС: $\sum T_{oscpu}$,
- общее время ожидания центрального процессора $\sum T_w$,
- различные процентные соотношения потребления машинного времени задачами и ОС;
- коэффициент загрузки центрального процессора, который вычисляется по усредненной формуле:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{T_{jcpu} + T_{oscpu}}{T_{ip1}}}{N} \quad (6)$$

Аналогичная информация может выдаваться на печать для интервала времени одной загрузки ОС T_{ip1} по указанию в параметрах детализации выдачи отчетов.

6. Сопровождение и ведение архива наборов данных системной мониторной программы

Статистические данные записей СМП в своем жизненном цикле проходят этапы накопления в трехуровневой памяти:

- двойная буферизация в оперативной памяти ЭВМ;
- перепись в альтернативные наборы данных на дисках SYS1.MANX и SYS1.MANY,
- перепись на архивные магнитные ленты для длительного хранения.

Первые два этапа выполняются автоматически средствами операционной системы. Третий этап - перепись на МЛ выполняется службой сопровождения файловой системы на ЭВМ (операторами) по требованию операционной системы при переключении альтернативных наборов данных SYS1.MANX или SYS1.MANY или же при заполнении обоих.

Для этого используется ряд процедурных программ для проверки состояния дисковых наборов данных СМП (XV), переписи наборов данных с дисков на МЛ (DUMPMANX и DUMPMANY), копирования магнитных лент (TT или COPYTAPЕ), обработки наборов данных СМП на МЛ или дисках (SMFT, SMFPRINT, SMFD).

Емкости одной бобины МЛ достаточно для хранения статистической информации о работе ЭВМ за I квартал.

Заключения

Описанная в данной работе учетная система принята для эксплуатации на базовой ЭВМ ЕС-1060 в ЛВТА ОИЯИ, а также передана в ряд организаций СССР. Дальнейшим направлением развития учетной системы являются ведущиеся работы по динамическому учету потребления ресурсов ЭВМ задачами, т.е. сбору и обработки информации о коммерческом времени в процессе решения задачи, а также выдачи ее на консоль оператора и в листинг пользователя.

Необходимо также отметить, что ряд программ, вошедших в общий комплекс учетной системы, был написан В.В.Кореньковым, А.Д.Бавижевным и М.Мирандой.

Литература

1. Короткевич В.А., Максимей И.В., Шерс А.Л. Об организации вычислительного процесса на ЕС ЭВМ. Программирование, 1984, № I, с.87.