

В структурных схемах (прил. 6, 13, 18) приняты следующие обозначения: в верхней части прямоугольника указывается функциональное назначение рассматриваемых аппаратных средств блока элементов, в нижней части указан шифр блока элементов.

При рассмотрении аппаратных средств СМ-1600 (гл. IV, VI, VIII, IX) следует пользоваться следующей технической документацией:

Процессор СМ-1600.2620. Схема электрическая принципиальная 3.030.011.ЭЗ.

Процессор СМ-2104.0506. Схема электрическая принципиальная 1ЭЗ.030.009ЭЗ.

Устройство запоминающее оперативное СМ-1600.3510. Схема электрическая принципиальная 3.061.044.ЭЗ.

Следует учитывать, что завод-изготовитель вносит изменения в принципиальные электрические схемы. Поэтому возможны некоторые расхождения между описанием, приведенным в настоящем пособии, и описанием, имеющимся у пользователя.

При подготовке пособия использованы литературные источники как советских, так и зарубежных авторов, специалистов в области мини-ЭВМ и микроэлектроники, труды ИНЭУМ, тематический выпуск издательства «Мир», посвященный мини-ЭВМ. Методические принципы построения пособия аналогичны принципам построения книг: Б. Соучек «Мини-ЭВМ в системах обработки информации», М., Мир, 1976 г.; Г. В. Вигдорчик и др. «Основы программирования на Ассемблере для СМ ЭВМ».

Объем материала и последовательность его изложения соответствуют разработанной программе курса «Эксплуатация процессоров вычислительного комплекса СМ-1600» в Ярославском областном учебном комбинате УПК ЦСУ РСФСР. Пособие снабжено техническими характеристиками, структурными схемами, таблицами, рисунками, примерами, приложениями. Объем пособия соответствует 600-часовому курсу, указанному выше. В качестве вспомогательных источников в конце пособия приводится список рекомендуемой литературы.

Гл. II, X, прил. 4, 19, 20 написаны Л. П. Некрасовым, остальные главы и приложения — Г. Г. Кичевым.

Авторы будут весьма признательны читателям за выраженные предложения и замечания.

Архитектура СМ-1600.

Общие сведения

Под архитектурой понимают все то, что предоставляет вычислительная машина пользователю: форматы данных, способы адресации, систему инструкций, организацию интерфейса, памяти, систему прерываний и т. д.

Вычислительный комплекс СМ-1600 является двухпроцессорной системой с различным назначением процессоров, предназначенных для решения широкого круга задач. Так как при решении одних задач комплекс используется как М-5100, а при решении других задач — как СМ ЭВМ (СМ-4), то и организация комплекса должна рассматриваться в двух аспектах: либо для решения экономических задач, либо как управляющая машина.

Центральным устройством СМ-1600 (СМ ЭВМ) является ведущий процессор (ВП), организующий работу всех устройств комплекса. ВП имеет только к нему относящиеся систему инструкций, способы адресации, систему прерываний, слово состояния программы, стековую память.

1. Краткая характеристика технических средств

Вычислительный комплекс СМ-1600 может решать следующие задачи:

учетные, планово-экономические и статистические;
построение АСУ торговыми, транспортными, строительными, сельскохозяйственными и небольшими промышленными предприятиями;

первичная обработка и редактирование информации с последующей передачей данных для центральных ЭВМ типа ЕС ЭВМ.

СМ-1600 предназначен для постепенной замены вычислительных комплексов типа М-5000 (-10, -100) и может использоваться в вычислительных центрах (ВЦ) районного и городского звена ЦСУ СССР, в небольших промышленных, строительных, сельскохозяйственных, транспортных предприятиях, ВЦ управления торговли, в ВЦ мясомолочной промышленности, конторах Госбанка, Стройбанка, Управления Гострудсберкасс, центрах по начислению пенсий и пособий и т. д.

Разрабатываемые средства связи с ЕС ЭВМ позволяют организовать работу СМ-1600 в качестве мощного интеллектуального терминала ЕС ЭВМ. Возможность создания комплексов различной конфигурации значительно расширяет области использования СМ-1600.

Техническая характеристика вычислительного комплекса СМ-1600

Формат данных при выполнении операции:	
с фиксированной запятой, бит	16 или 32
с плавающей запятой, бит	32 или 64
десятичной арифметики, дес. разряды	1—31 + знак
с алфавитно-цифровой информацией, символы	1—256
Емкость оперативной памяти, К байт	256
Цикл обращения оперативной памяти, мкс	0,72
Производительность специализированного процессора, тыс. операций в 1 с	80
Системный интерфейс	ОБЩАЯ ШИНА
<i>Внешнее запоминающее устройство на магнитных дисках (НМД):</i>	
общая емкость, Мбайт	42,6—127,8
число накопителей	3—8
среднее время выборки цилиндра, мс	38
скорость обмена информацией, К байт/с	460
<i>Внешнее запоминающее устройство на магнитной ленте (НМЛ):</i>	
общая емкость, Мбайт	20—40
число накопителей	2—4
скорость обмена, К байт/с	10
<i>Внешнее запоминающее устройство на гибких магнитных дисках (НГМД):</i>	
число подключаемых накопителей ЕС-5074, шт.	2
число программно доступных дисков, шт.	2
емкость одной строки диска, Мбайт	0,25
число дорожек на диске	77
число секторов на дорожке	26
число байт в одном секторе	128
среднее время доступа к данным, мс	3—9
скорость передачи данных, мкс/байт, не более	16
Напряжение питания однофазной сети, В	220 \pm 23 (50 \pm 1 Гц)
Потребляемая мощность, В·А, не более	500
Габаритные размеры, мм	785,5×482,6×353
Масса устройства, кг, не более	45
<i>Периферийные устройства</i>	
Устройство ввода-вывода перфоленточное:	
скорость ввода, число символов в 1 с	300
скорость вывода, число символов в 1 с	50
Печатающее устройство:	
скорость печати, число строк в 1 мин	500
число символов в строке	132
число символов в наборе	96
Устройство ввода с перфокарт:	
число колонок перфокарт	80
скорость считывания, число перфокарт в мин	250—500
емкость магазина подачи, число перфокарт	1000
емкость приемного кармана, число перфокарт	1000
Видеотерминал алфавитно-цифровой:	
число символов в строке	80
число символов на экране	1920

Напряжение питания (трехфазное), В	380/220 (50±1 Гц)
Потребляемая мощность, кВт·А:	
исполнение 1	6,0
2	6,7
3	7,8
4	8,5
Масса, кг:	
исполнение 1	1600
2	1810
3	2135
4	2670
Занимаемая площадь, м ²	30
Условия эксплуатации:	
температура окружающей среды, °С	+5÷+40
относительная влажность при температуре 30 °С, %	40—90
атмосферное давление, КПа	84—107

Таблица 1

Комплектация поставок СМ-1600

Наименование устройств	Исполнение									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Процессор СМ-1600.2620 (ведущий)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Процессор СМ-2104.0506 (специализированный)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Оперативное запоминающее устройство СМ-1600.3510	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Внешние запоминающие устройства и контроллеры к ним:										
контроллер НМД СМ-5408.5112	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
накопитель НМД:										
СМ-5408.01	3	3	—	—	3	3	—	3	3	—
СМ-5408.03	—	—	6	6	—	—	6	—	—	6
контроллер НГМД СМ-5631	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
накопитель НГМД СМ-5631.01	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
контроллер НМЛ СМ-5300.5009	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
накопитель НМЛ СМ-5300.01	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Периферийные устройства:										
устройство ввода-вывода перфоленточное ПЛ СМ-6204.03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
алфавитно-цифровое устройство параллельной печати СМ-6315.01	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
устройство ввода с перфокарт Р-610	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—
видеотерминал										
ВТА-2000.30	4	4	4	4	—	—	—	—	—	—
ВТА-2000.15	—	—	—	—	4	4	4	4	4	4
программируемый экономический терминал СМ-1618.02	—	—	—	—	—	—	—	4	—	4
Блок расширения системы БРС СМ-1600.01-07	1	1	1	1	—	—	—	—	1	1
Блок системный адаптеров дистанционной связи:										
БС АДС СМ-1600.8524.01	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
БС АДС СМ-1600.8524	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—

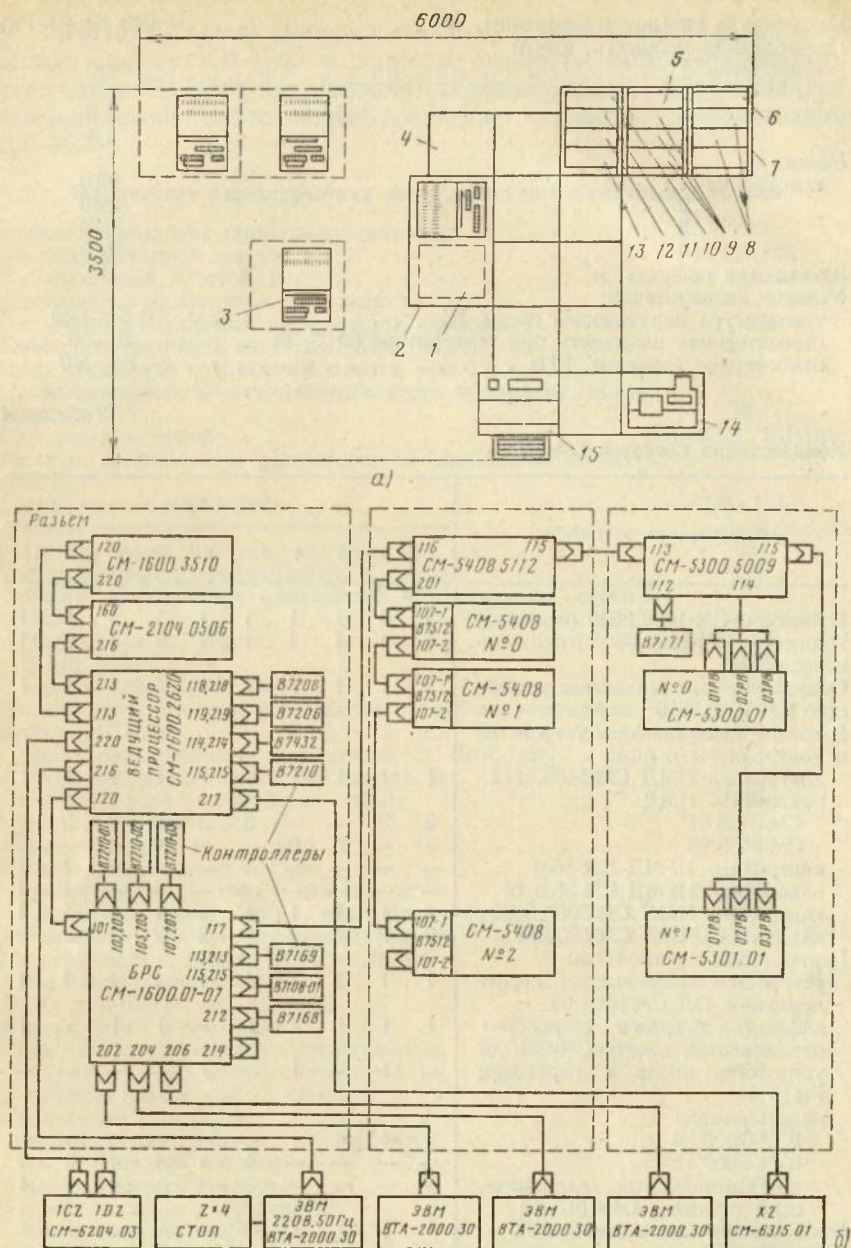


Рис. 1. Вычислительный комплекс SM-1600.02:

а — размещение вычислительного комплекса; б — состав и соединение устройств; 1 — устройство ввода-вывода перфоленточное SM-6204.03; 2 — стол; 3 — видеотерминал ВТА-2000.30; 4 — фальшпол (щиты, 9 шт.); 5 — контроллер SM-5408.5112 накопителей на магнитных дисках; 6 — контроллер SM-5300.5009 накопителей на магнитных лентах; 7 — стойка (3 шт.); 8 — накопитель на магнитных лентах SM-5301.01 (2 шт.); 9 — накопитель на магнитных дисках SM-1600.5408 (3 шт.); 10 — оперативное запоминающее устройство SM-1600.3510; 11 — специализированный процессор SM-2104.0506; 12 — ведущий процессор SM-1600.2620; 13 — блок расширения системы SM-1600.01-07; 14 — устройство ввода с перфокарт P-610; 15 — печатающее устройство АЦПУ SM-6315.01

Вычислительный комплекс (ВК) СМ-1600 поставляется потребителю в нескольких вариантах (табл. 1, рис. 1). Сервисное обслуживание поставляется по дополнительной заявке.

2. Организация и назначение устройств СМ-1600

Вычислительный комплекс СМ-1600 (рис. 2) построен на основе интерфейса ОБЩАЯ ШИНА.

Процессоры. Вычислительный комплекс СМ-1600 является двухпроцессорной системой. Ведущий и специализированный процессоры предназначены для обеспечения совместимости СМ-1600 с СМ-4 и ВК типа М-5000 на программном уровне. Процессор, предназначенный для работы с числами с плавающей запятой, является частью ведущего процессора.

Ведущий процессор (ВП) СМ-1600.2620 организует работу всех устройств комплекса и связь оператора с комплексом, обеспечивает обмен информацией с оперативной памятью как для собственных нужд, так и для внешних устройств в зависимости от их приоритета.

С помощью инженерного пульта ВП пользователь может:
 запустить или остановить выполнение любой программы;
 выполнить программу по шагам и микрошкагам;
 организовать останов по заданному адресу микрокоманды;

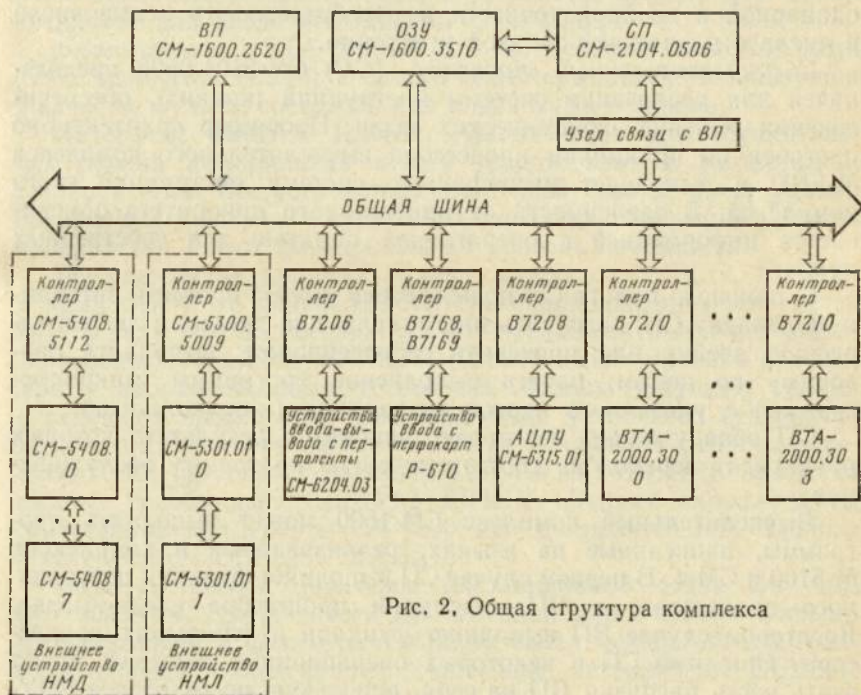


Рис. 2. Общая структура комплекса

загрузить данные в любую адресуемую ячейку и по индикатору проверить ее содержимое.

Таймер процессора обеспечивает работу в реальном масштабе времени.

Быстродействие процессора обеспечивается за счет распараллеливания действия в исполнительных устройствах, и наличия двух внутренних циклов процессора (220 и 300 нс).

Процессор выполняет работу под управлением микропрограммной памяти, содержащей различные микропрограммы. Объем памяти микропрограмм составляет 512 слов для базового набора инструкций и столько же для инструкций для процессора, предназначенного для работы с числами с плавающей запятой. Часть функций управления реализована аппаратно.

Внутренний формат данных процессора — 16 разрядов.

Ведущий процессор дополнен *процессором плавающей запятой* (ППЗ). Это обусловлено двумя недостатками, присущими ВП: как и всякая малая ЭВМ (СМ ЭВМ), имеет ограничение в диапазоне представления чисел от 0 до 65535 без знака и от —32768 до +32767 со знаком;

имеет ограничение по точности.

ППЗ устраняет указанные недостатки базовой части ведущего процессора. С помощью 46 инструкций ППЗ ведущий процессор может выполнять операции над числами с плавающей запятой одинарной и двойной точности и преобразовывать целые числа в числа с плавающей запятой и обратно.

Специализированный процессор (СП) СМ-2104.0506 предназначен для реализации системы инструкций (команд), обеспечивающих решение экономических задач. Процессор архитектурно построен по принципам процессора вычислительного комплекса М-5100 и выполняет расширенную систему инструкций этого комплекса. В зависимости от присвоенного приоритета обменивается информацией с оперативной памятью для собственных нужд.

С помощью пульта СП пользователь может: провести автономную наладку СП; загрузить инструкцию или данные в любую адресуемую ячейку или проверить ее содержимое; выполнить программу по шагам; начать выполнение программы (микропрограммы) с указанного адреса инструкции (микрокоманды).

СП обнаруживает некоторые ошибки, в результате которых происходит переход на соответствующую программу обслуживания.

Вычислительный комплекс СМ-1600 может выполнять программы, написанные на языках, реализованных в комплексах М-5100 и СМ-4. В первом случае СП выполняет функции центрального процессора, а ВП — функции процессора ввода-вывода. Во втором случае ВП выполняет функции центрального процессора. При этом СП в некоторых операционных системах может взять часть нагрузки ВП на себя, используя двухходовое ОЗУ.

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) СМ-1600.3510. Предназначено для приема, хранения и выдачи двоичной информации по двум каналам. При работе по любому каналу обеспечивает исправление одиночных ошибок и фиксирование двух и более ошибок.

Внешние запоминающие устройства. *Накопитель на магнитных дисках* состоит из контроллера СМ-5408.5112 и накопителей СМ-5408 (до восьми накопителей), подключающихся к контроллеру. Предназначен для хранения данных и программ.

Накопитель на магнитных лентах состоит из контроллера СМ-5300 и накопителей СМ-5300.01 (до четырех накопителей), подключающихся к контроллеру. Предназначен для расширения внешней памяти СМ-1600.

Периферийные устройства. *Устройство ввода-вывода перфоленточное СМ-6204.03* состоит из контроллера (блок элементов В7206) и устройства ввода-вывода перфоленточного СМ-6204.03. Предназначено для ввода-вывода с перфоленты.

Алфавитно-цифровое устройство параллельной печати (АЦПУ) СМ-6315.01 состоит из контроллера (блок элементов В7208) и печатающего устройства СМ-6315. Предназначено для вывода алфавитно-цифровых и специальных символов на бумажный носитель.

Устройство ввода с перфокарт Р-610 состоит из контроллера (блок элементов В7168 и В7169) и устройства ввода Р-610. Предназначено для ввода информации с перфокарт.

Видеотерминал ВТА-2000.30 (СМ-7204) состоит из контроллера (блок элементов В7210) и самого видеотерминала. Используется в качестве пульта, состоящего из клавиатуры и экрана.

Интерфейс ОБЩАЯ ШИНА. Предназначен для осуществления обмена информацией между устройствами в соответствии с приоритетом. Все устройства, кроме ОЗУ (оно не имеет уровня приоритета) и ведущего процессора (он имеет плавающий уровень приоритета), имеют фиксированный уровень приоритета.

Все устройства (кроме ОЗУ) могут запросить ОБЩУЮ ШИНУ. В зависимости от уровня приоритета запрашиваемого устройства арбитр ведущего процессора решает, предоставить или нет запрашивающему устройству ОБЩУЮ ШИНУ. Если уровень приоритета у запрашивающего устройства больше текущего уровня у ведущего процессора, запрашивающее устройство становится задатчиком, занимает ОБЩУЮ ШИНУ и начинает работать с исполнителем (другим устройством на ОБЩЕЙ ШИНЕ). Закончив работу, освобождает ОБЩУЮ ШИНУ. Данная схема работы справедлива для работы СМ-1600 как вычислительной машины с интерфейсом ОБЩАЯ ШИНА.

Блок системный адаптеров дистанционной связи БС АДС СМ-1600.8524. Предназначен для дистанционного обмена данными по телефонным и физическим линиям связи между СМ-1600 (вычислительным комплексом с системным интерфейсом ОБЩАЯ ШИНА) и удаленными абонентами.

БС АДС обеспечивает:
распределительную обработку информации;
ввод-вывод информации непосредственно с мест ее возникнове-
ния;

обмен данными в дуплексном и полудуплексном режимах;
подключение к ЭВМ с системным интерфейсом ОБЩАЯ ШИНА
14 каналов связи через следующие интерфейсы (стыки):

ИРПС (токовая петля 20 мА) — от 8 до 18 каналов;
С2 с синхронным способом передачи — 2 канала.

В состав блока БС АДС входят функциональные узлы, шт.:

мультиплексор передачи данных асинхронный (МПД-А)	1
адаптер дистанционной связи синхронный (АДС-С)	2
адаптер дистанционной связи асинхронный (АДС-А)	4
расширитель интерфейса (РИФ)	1

Блок БС АДС поставляется в одном из вариантов: СМ-1600.8524 или СМ-1600.8524.01, отличающихся наличием расширителя интерфейса (СМ-1600.8524.01 имеет РИФ).

Мультиплексор МПД-А обеспечивает связь вычислительного комплекса с периферийными устройствами через малый интерфейс СМ ЭВМ ИРПС (в пределах 3 км в зависимости от скорости передачи). Мультиплексор и подключенные к нему устройства (до восьми устройств) работают в асинхронном режиме.

Адаптер АДС-А обеспечивает связь вычислительного комплекса с удаленным периферийным устройством через малый интерфейс СМ ЭВМ — ИРПС (в пределах 3 км в зависимости от скорости передачи) или стык С2 с использованием модема (в этом случае связь обеспечивается на большее расстояние).

Расширитель интерфейса (РИФ) обеспечивает увеличение функциональных возможностей вычислительного комплекса за счет подключения дополнительных периферийных устройств, число которых по нагрузке и длине магистрали превышает возможности основного отрезка магистрали системного интерфейса.

3. Конструктивное исполнение СМ-1600

Вычислительный комплекс СМ-1600 разработан в соответствии с нормативно-техническими документами (НТД)*, которые определяют конструктивные параметры для СМ ЭВМ:

размер печатных плат для блоков элементов, мм	220×233,4
окна стойки	по СТ СЭВ 834—77
размер стойки, мм	1800×600×800

Блоки элементов (рис. 3) выполнены в виде однослойных и многослойных печатных плат с микросхемами большой, средней и

* В состав НТД входят: стандарты СЭВ, нормативные материалы межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники (НМ МПК по ВТ) и др.

Рис. 3. Конструктивное исполнение

малой интеграцией. Блоки элементов вставляются по направляющим в розетки типа СНП59-86/94×11В-23 и с помощью экстракторов фиксируются в каркасе частичного блока.

Блок частичный предназначен для установки блоков элементов. Состоит из каркаса с направляющими и платы с разъемами для подключения блоков элементов.

Номер розетки состоит из трех цифр. Крайняя левая цифра указывает этаж, две другие — номер разъема в этаже. Розетка содержит три ряда контактов, обозначенных А, В, С, по 32 контакта в каждом ряду. Для доступа к розеткам предусмотрена возможность разворота блока частичного.

Блок частичный установлен в автономном комплексном блоке, который с помощью направляющих устанавливается и выдвигается из стойки для обслуживания и ремонта.

Кроме блока частичного, на автономном комплексном блоке установлены: блоки питания, фильтр, блоки вентиляторов.

Габаритные размеры автономного комплексного блока: $482,6 \times 710 \times (A \times 44,45)$, где А кратно 44, 45; 88, 90; ..., т. е. это сетка, равная 1, 2, 3, ...



4. Программное обеспечение СМ-1600

Состав

В настоящее время заводом-изготовителем с комплексом СМ-1600 поставляется программное обеспечение: дисковая операционная система ДОС СМ-1600; тест-мониторная операционная система ТМОС-2.

Комплекс может использовать для работы также любые стандартные операционные системы СМ ЭВМ: ОС РВ (Операционная Система Реального Времени); ФОБОС (Фоновно-Оперативная Базовая Операционная Система реального времени); ДИАМС (дисковая ДИАлоговая Многопультовая Система для решения информационных задач); РАФОС (РАЗделения Функций Операционная Система) и др.

ОС РВ — многопользовательская, многопрограммная; требует большого объема памяти; предназначена для решения широкого круга задач.