

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет
ИТМО»**

**Факультет информационных технологий и
программирования**

Домашнее задание №3

Программирование обмена данным с внешними устройствами

Выполнил студент группы № М3111

Нечаев Александр Сергеевич

Подпись:



Санкт-Петербург
2023

Задание: Написать комплекс программ, обеспечивающий обмен данными с ВУ в режиме прерывания программы. Основная программа должна наращивать на 1 (начиная с 0) содержимое (обозначим его буквой X) какой-либо ячейки памяти. Цикл для наращивания X не должен содержать более трех команд. Вывод всегда осуществляется на ВУ-3 в асинхронном режиме. Выводится только восемь младших разрядов результата.

Составить методику проверки правильности выполнения разработанного комплекса на базовой ЭВМ, т.е. написать последовательность действий оператора (пользователя) базовой ЭВМ, которые необходимо выполнить, чтобы проверить все возможные режимы работы комплекса программ (при появлении запроса прерывания от любого ВУ) и получить заданное количество результатов.

Вариант 4: 4 По запросу ВУ-3 вывести $-(X+1)/4$, а по запросу ВУ-1 вывести $(2X+3)/2$.

Адрес	Код	Мнемоника	Комментарии
000			
001	C025	BR 025	Безусловный переход в 025
...			
018	0000		Переменная X
019	0001		Ячейки для вычислений
01A	0003		
...			
020	FA00	EI	Команда переводит контроллер прерываний в котором он начинает реагировать на сигналы готовности ВУ, передаваемые по линии «Запрос прерывания». Иными словами, разрешение прерываний, начало программы.
021	+F200	CLA	Очистка аккумулятора
022	3018	MOV 18	Приращение ячейки 018 (X). Сначала в ячейку записывается значение из аккумулятора, далее происходит увеличение значения аккумулятора на 1, затем безусловный переход на 022.
023	F800	INC	
024	C022	BR 022	
025	3054	MOV 054	Запись в «буферные» ячейки (для сохранения) (A) и (C) с помощью сдвига влево. Сначала в ячейку 055 записывается значение из аккумулятора, далее происходит сдвиг битов в регистре (A) влево (при этом содержимое (C) попадает в младший бит (A), а старший бит (A) попадает в (C)), затем в 055 записывается как раз (C)
026	F600	ROL	
027	3055	MOV 055	
028	F200	CLA	Очистка аккумулятора
029	E103	TSF 3	Опрос флага готовности ВУ-3, если флаг устройства 3 = 0, то безусловный переход к опросу флага ВУ-1 (через ячейку 02A), в ином случае переход в ячейку 03A (через ячейку 02B), для вычисления формулы для ВУ-3
02A	C02C	BR 02C	
02B	C03A	BR 03A	

02C	E101	TSF 1	Опрос флага готовности ВУ-1, если флаг устройства 1 = 0, то безусловный переход в ячейку 04D для выхода из подпрограммы (через ячейку 02D), в ином случае переход в ячейку 043 (через ячейку 02E), для вычисления формулы для ВУ-1
02D	C04D	BR 04D	
02E	C043	BR 043	
...			
03A	F200	CLA	Очистка аккумулятора
03B	4018	ADD 018	$(018) + (A) \rightarrow A \dots X$
03C	4019	ADD 019	$(019) + (A) \rightarrow A \dots X+1$
03D	F700	ROR	Содержимое А и С сдвигается вправо: $A(0) \rightarrow C, C \rightarrow A(15) \dots (X+1)/4$
03E	F700	ROR	
03F	F400	CMA	$(!A) \rightarrow A \dots -(X+1)/4$
040	F800	INC	А++, необходимо для того, чтобы отрицательные числа выводились верно
041	E003	CLF 3	Очистка флага готовности устройства ВУ-3
042	C049	BR 049	Безусловный переход в 049
043	F200	CLA	Очистка аккумулятора
044	4018	ADD 018	$(018) + (A) \rightarrow A \dots X$
045	4018	ADD 018	$(018) + (A) \rightarrow A \dots 2*X$
046	401A	ADD 01A	$(01A) + (A) \rightarrow A \dots 2*X+3$
047	F700	ROR	Содержимое А и С сдвигается вправо $\dots (2*X+3)/2$
048	E001	CLF 1	Очистка флага готовности устройства ВУ-1
049	E102	TSF 2	Опрос флага готовности ВУ-1, если флаг устройства 1 = 0, то безусловный переход на 04А, в ином случае переход на 04В.
04A	C049	BR 049	Безусловный переход в 049
04B	E302	OUT 2	Переносит из ВУ-2 в А (вывод на ВУ-2)
04C	E002	CLF 2	Очистка флага готовности ВУ-2
04D	F200	CLA	Очистка аккумулятора
04E	4055	ADD 055	Восстановление значений А и С из «буферных» ячеек с помощью сдвига вправо. Т.е. здесь восстановится значение из 055 в А, и сдвинется в С.
04F	F700	ROR	
050	F200	CLA	Очистка аккумулятора
051	4054	ADD 054	$(054) + (A) \rightarrow A$. Т.е. восстановится значение из 054 в А
052	FA00	EI	Разрешение прерывания
053	C800	BR (000)	Безусловный переход с косвенной адресацией в 000
054	0000		Ячейки для сохранения
055	0000		

Описание программы:

Главная программа находится в ячейках 018-024. Циклически происходит наращивание некоего значения X, пока флаг готовности одного из ВУ(1,2,3) не станет равным 1. Сигнал готовности ВУ анализируется не программным, а аппаратным путём, при помощи EI/DI*. Подпрограмма находится в ячейках 025-051, в которой проверяются флаги** готовности ВУ-3 и/или ВУ-1 и вычисляются значения по заданной формуле. Затем получившиеся значение выводится на ВУ-2.

**Команды EI (Разрешение прерывания) и DI (Запрещение прерывания) переводят контроллер прерываний в одно из двух состояний, в которых он соответственно реагирует или не реагирует на сигналы готовности ВУ, передаваемые по линии "Запрос прерывания". Если контроллер прерываний установлен в состояние разрешения прерывания, то выполняются определенные шаги для этих команд.*

***Флажок - однокбитовый регистр готовности ВУ, устанавливаемый в единичное состояние, когда ВУ готово к обмену информацией. Если флажок сброшен (установлен в ноль), ВУ занято: устройство вывода еще обрабатывает предыдущую команду, а устройство ввода готовит данные для передачи в процессор.*

Методика проверки:

Для ВУ-3:

1. Загрузить комплекс программ в память базовой ЭВМ
2. Запустить основную программу в автоматическом режиме с адреса 020
3. Установить «Готовность ВУ-3»
4. После сброса «Готовность ВУ-3», что означает, что необходимые расчеты по нашей формуле были произведены, установить «Готовность ВУ-2» для вывода результатов вычислений в ВУ-2.

Для ВУ-1:

1. Загрузить комплекс программ в память базовой ЭВМ
2. Запустить основную программу в автоматическом режиме с адреса 020
3. Установить «Готовность ВУ-1»
4. После сброса «Готовность ВУ-1», что означает, что необходимые расчеты по нашей формуле были произведены, установить «Готовность ВУ-2» для вывода результатов вычислений в ВУ-2.

Вывод: в ходе работы я изучил организацию процесса прерывания программы и исследовал порядок функционирования ЭВМ при обмене данными в режиме прерывания программы.