

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра электронных вычислительных машин

ОТЧЕТ  
по лабораторной работе №3  
на тему  
ТЕСТИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Выполнила:

А. В. Деркач

Проверил:

М. М. Татур

Минск 2023

## 1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Выполнить тестирование оперативной памяти с использованием встроенной в ОС Windows программы, в различных режимах.
2. Выписать названия алгоритмов тестирования для каждого режима, оценить время выполнения тестирования в каждом из режимов.
3. Найти в литературе, сделать формальное описание реализуемых алгоритмов, оценить объем выполняемых операций запись/чтение для каждого из них. Сделать вывод, на какие модели неисправностей ориентирован каждый из алгоритмов тестирования.
4. Скачать одну из программ тестирования компьютера, изучить ее интерфейс, применить для тестирования компьютера. Привести описание программы и порядок тестирования.

## 2 ТЕСТИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ С ПОМОЩЬЮ ВСТРОЕННОЙ В ОС WINDOWS ПРОГРАММЫ

Тестирование проводится с помощью встроенной в Windows программы mdsched. Тестируется две планки памяти 8GB DDR4 (см. рисунок 2.1).

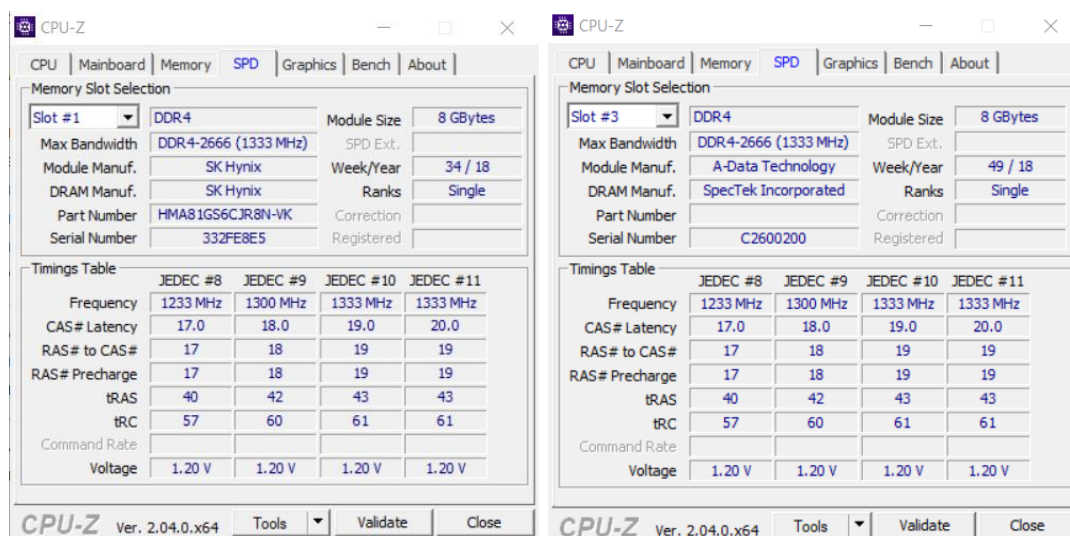


Рисунок 2.1 – Установленные планки оперативной памяти на тестируемом устройстве

Запуск программы осуществляется нажатием клавиш «Win» + «R», ввести команду mdsched, дать согласие на перезагрузку компьютера.

Программа mdsched имеет три режима:

- базовый;
- обычный;
- широкий.

Данные режимы отличаются набором тестов и, соответственно, временем выполнения.

## 2.1 Тестирование в базовом режиме

Базовый режим включает в себя базовые тесты: MATS+, INVC, SCHCKR (см. рисунок 2.2).

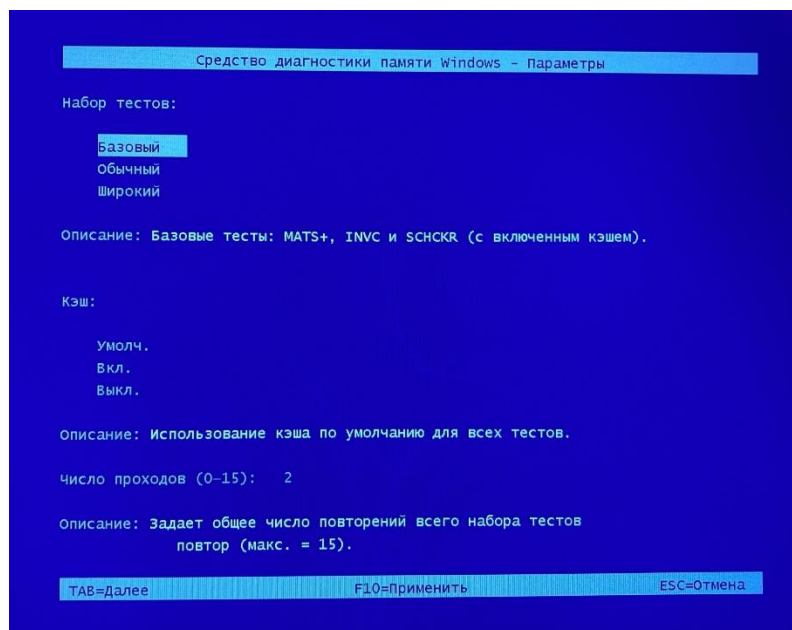


Рисунок 2.2 – Выбор базового режима тестирования в mdsched

Было выбрано 2 прохода базового набора тестов, время выполнения составило: 3 минуты 44 секунды, из чего можно сделать вывод, что один проход занимает около 2х минут.

По результатам прохода тестов при включении устройства появляется уведомление о результатах проверки (см. рисунок 2.3).

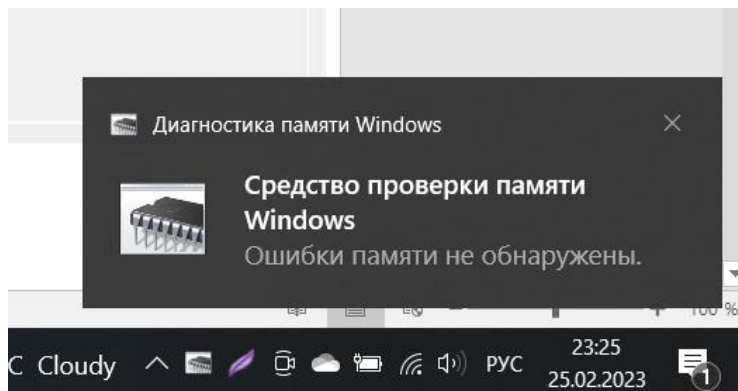


Рисунок 2.3 – Уведомление о результатах тестирования в mdsched

Просмотр результатов тестирования осуществляется нажатием клавиш «Win» + «R», ввести команду eventvwr.msc, перейти в «Журналы Windows» -> «Система».

В результате проверки оперативной памяти базовым тестом никаких неисправностей не обнаружено (см. рисунок 2.4).

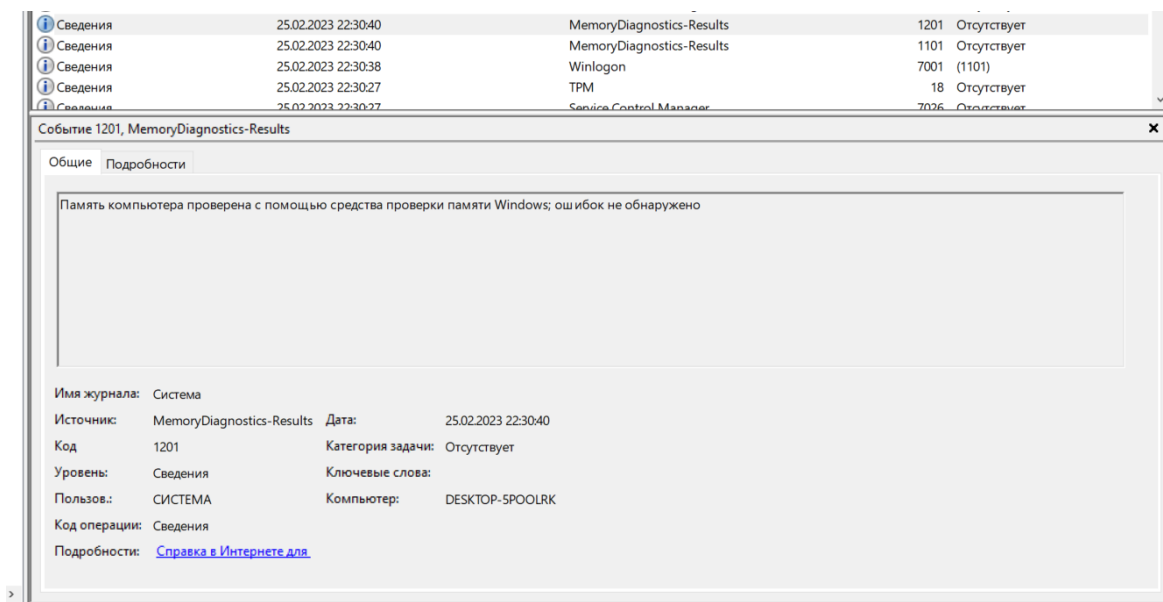


Рисунок 2.4 – Результат базового тестирования в mdsched

## 2.2 Тестирование в обычном режиме

Обычный режим включает в себя базовые тесты, плюс LRAND, Stride6, SCHCKR3, WMATS+ и WINVC (см. рисунок 2.5).

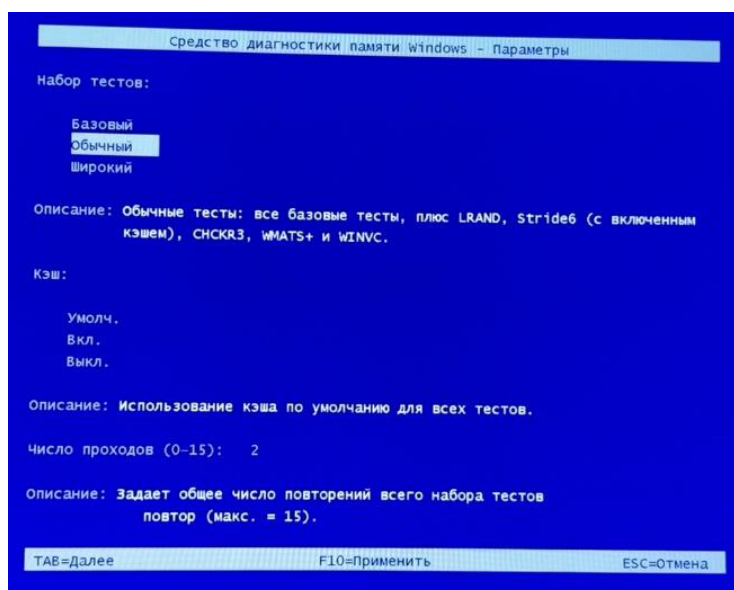


Рисунок 2.5 – Выбор обычного режима тестирования в mdsched

Было выбрано 2 прохода обычного набора тестов, время выполнения составило: 41 минуту 18 секунд, из чего можно сделать вывод, что один проход занимает около 20 минут.

В результате проверки оперативной памяти обычным тестом никаких неисправностей не обнаружено (см. рисунок 2.6).

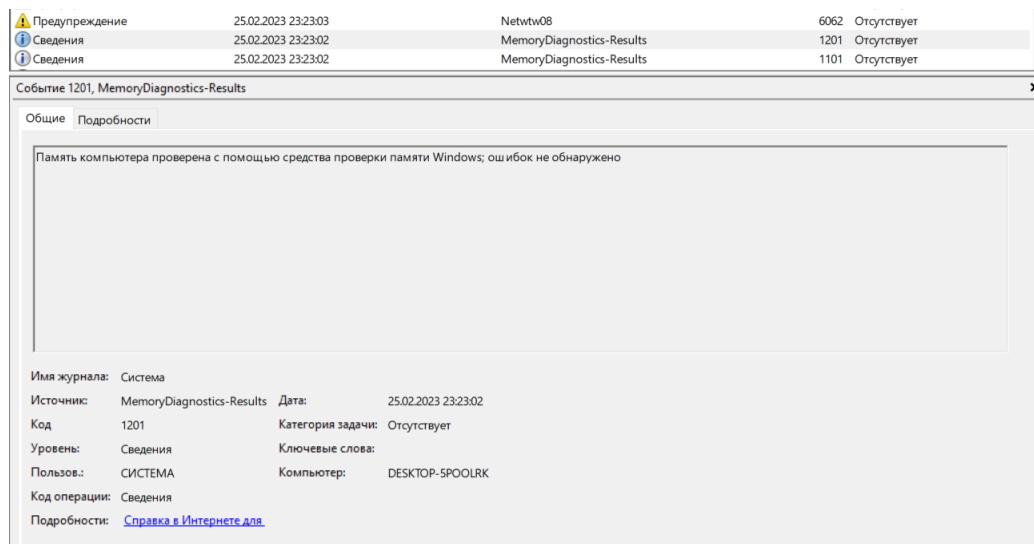


Рисунок 2.6 – Результат обычного тестирования в mdsched

## 2.3 Тестирование в широком режиме

Обычный режим включает в себя все стандартные тесты, плюс MATS+, Stride38, WCHCKR, WStride-6, CHCKR4, WCHCKR3, ERAND, Stride6 и CHCKR8 (см. рисунок 2.7).

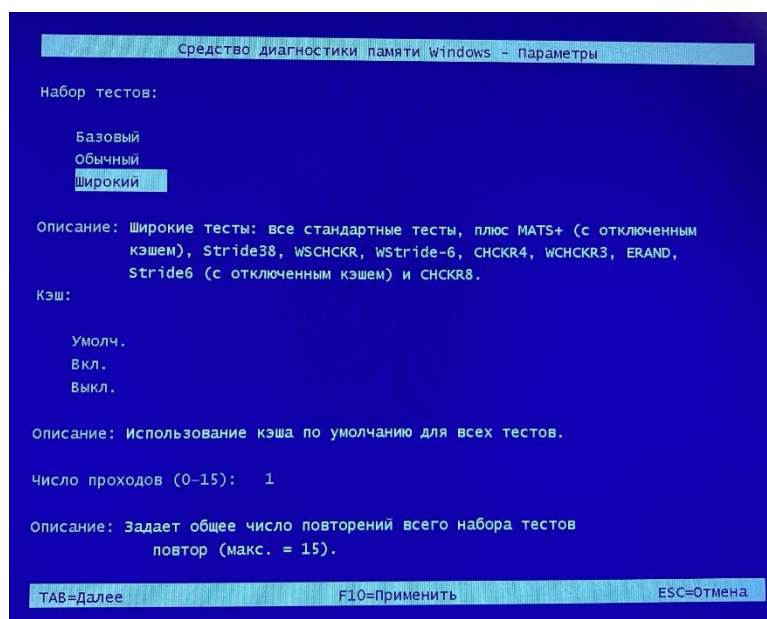


Рисунок 2.7 – Выбор широкого режима тестирования в mdsched

Был выбран 1 проход широкого набора тестов, время выполнения составило около 40 часов.

В результате проверки оперативной памяти широким тестом никаких неисправностей не обнаружено (см. рисунок 2.8).

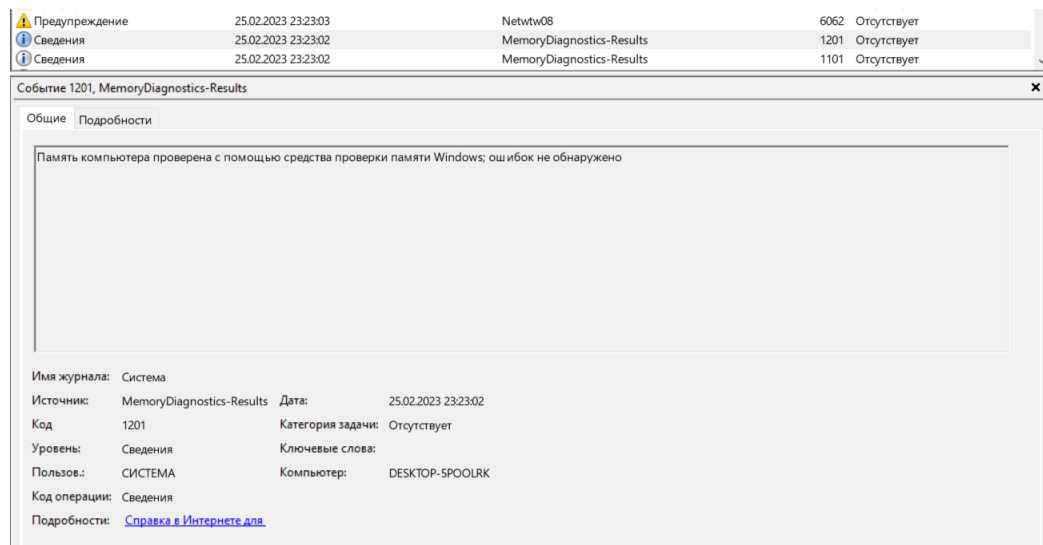


Рисунок 2.8 – Результат широкого тестирования в mdsched

## 2.4 Описание алгоритмов

В литературе была найдена информация только по общеизвестного алгоритму MATS+, который состоит из 3 маршевых элементов:  $\{\uparrow\downarrow(w0); \uparrow(r0, w1); \downarrow(r1, w0)\}$ :

1) Записать все нули. Порядок прохода может быть по возрастанию или по убыванию адресов.

2) Считать 0 и записать 1. Порядок идет по возрастанию адресов.

3) Считать 1 и записать 0. Порядок идет по убыванию адресов.

Сложность данного теста  $5N$ . Он позволяет обнаруживать неисправности константных 0 или 1.

Исходя из времени выполнения можно предположить, что некоторые тесты имеют сложность  $N^2$ . Это могут быть какие-либо модификации теста «галоп».

Формальное описание теста «галоп»:

- 1) Записать 0 во все ячейки.
- 2) 

```
for (BC = 0; BC < N; BC++)  
{  
    Инвертировать BC  
    for (OC = 0; OC < N; OC++)  
    {  
        if (OC == BC) continue;
```

```

        прочитать ВС
        прочитать ОС
    }
    Инвертировать ВС
}
3) Записать 1 во все ячейки.
4) Повторить шаг 2.

```

Сложность данного теста  $4N^2$ . Он позволяет обнаружить константные неисправности, неисправности переходов значений, неисправности взаимного влияния и неисправности дешифратора.

Также наборы тестов программы mdsched могут включать другие модификации марширующих тестов. Так, скорее всего алгоритмы LRAND и ERAND используют случайные значения для тестирования.

### 3 ТЕСТИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ С ПОМОЩЬЮ ВНЕШНЕЙ ПРОГРАММЫ

Было решено провести тестирование памяти с помощью внешней программы MemTest86.

После скачивания с официального сайта необходимо распаковать архив и с помощью программы из архива imageUSB записать образ memtest86-usb.img на флешку (см. рисунок 3.1).

Имя	Дата изменения	Тип	Размер
Help	29.09.2022 07:12	Папка с файлами	
imageUSB.exe	29.09.2022 07:12	Приложение	1 929 КБ
MemTest86_User_Guide_UEFI.pdf	29.09.2022 07:12	Chrome HTML Do...	1 390 КБ
memtest86-usb.img	29.09.2022 07:12	Файл образа диска	1 048 576 ...
readme.txt	29.09.2022 07:12	Текстовый докум...	6 КБ
ReadMe_imageUSB.txt	29.09.2022 07:12	Текстовый докум...	13 КБ

Рисунок 3.1 – Архив с образом memtest86

Интерфейс программы, с помощью которой осуществляется запись образа memtest86, представлен на рисунке 3.2.

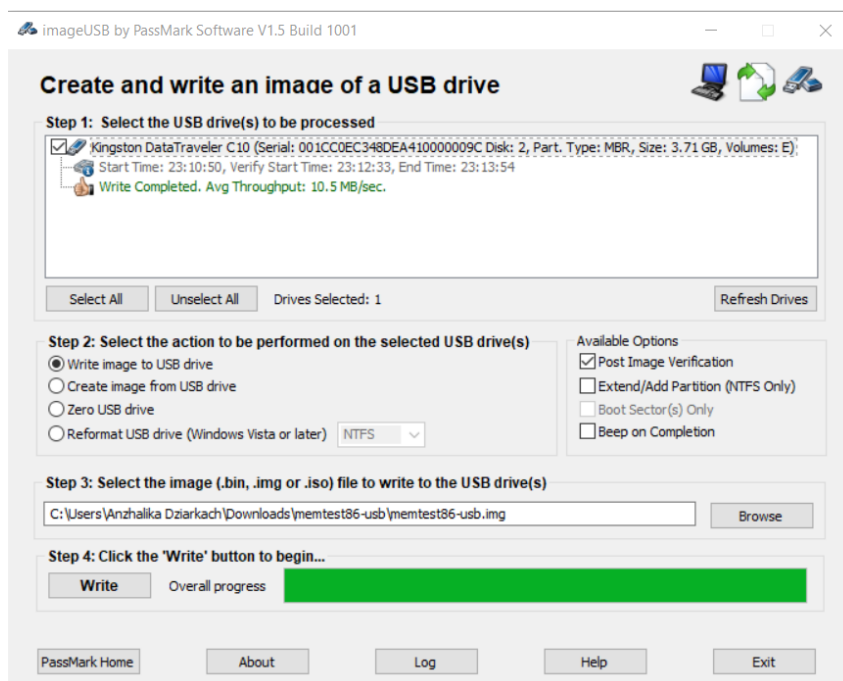


Рисунок 3.2 – Программа для записи образа memtest86

После успешной записи образа на флешку отобразится надпись “Imaging Completed” (см. рисунок 3.3).

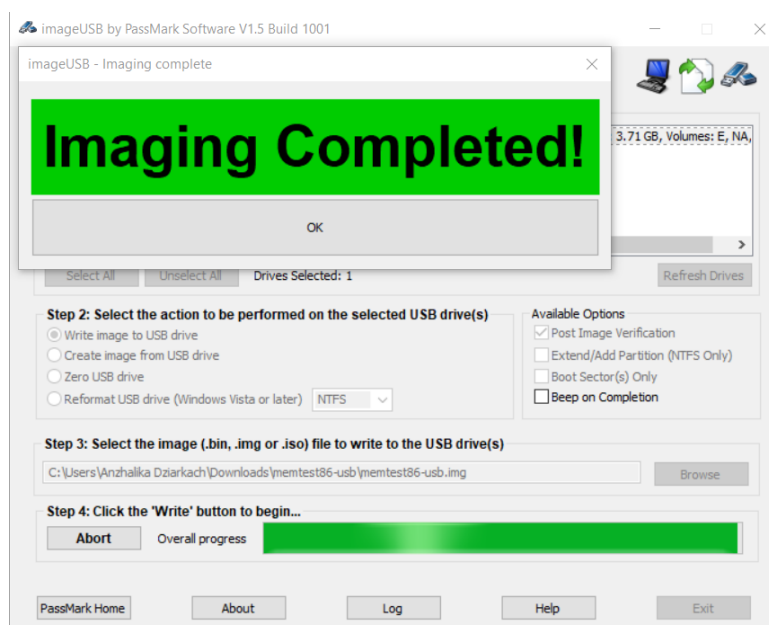


Рисунок 3.3 – Уведомление об успешной записи образа memtest86

После этого необходимо перезапустить компьютер, войти в меню BIOS и запуситься с флешки. Меню BIOS представлено на рисунке 3.4, выбор запуска с флешки представлен на рисунке 3.5.



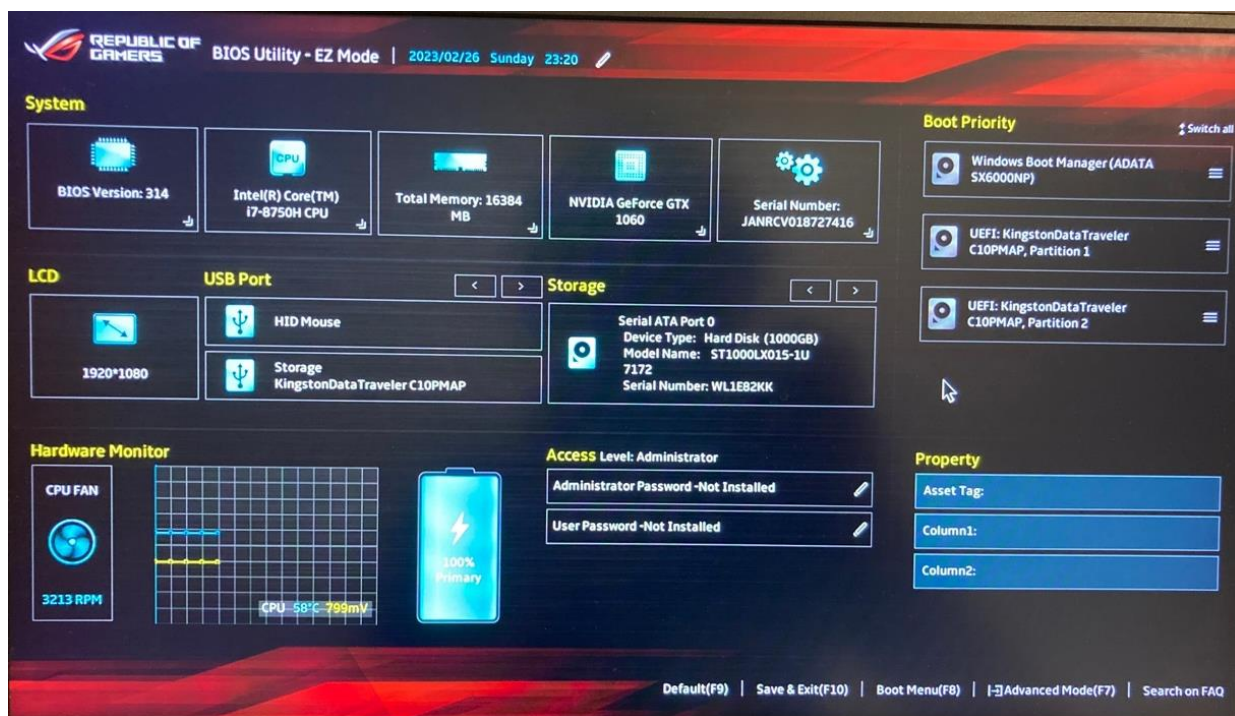


Рисунок 3.3 – Меню BIOS

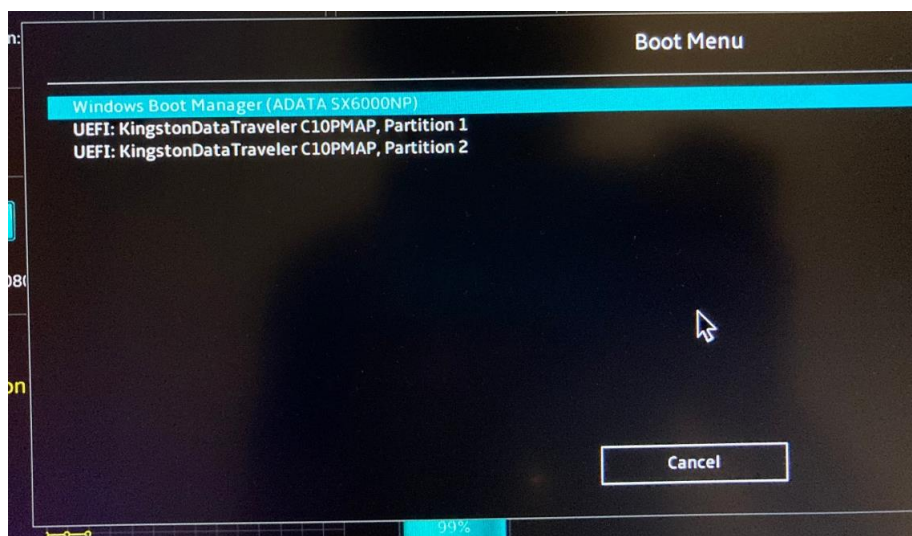


Рисунок 3.4 – BIOS Boot Menu

После запуска MemTest86 отобразится главное меню с параметрами системы (см. рисунок 3.5).

Вся навигация выполняется с помощью клавиатуры. Так, нажав клавишу «Т» можно перейти в меню Test Selection (см. рисунок 3.6). Здесь можно выбрать запускаемые тесты.

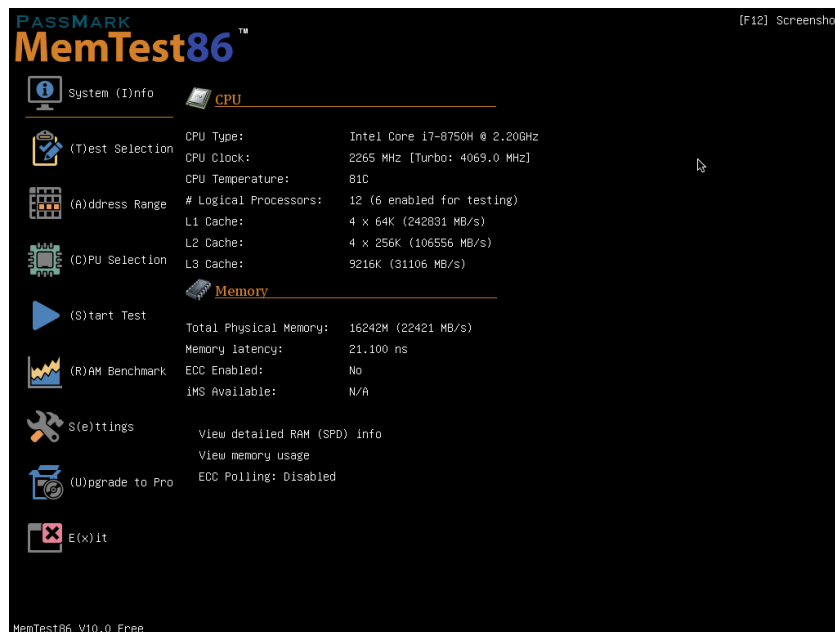


Рисунок 3.5 – Главное меню MemTest86

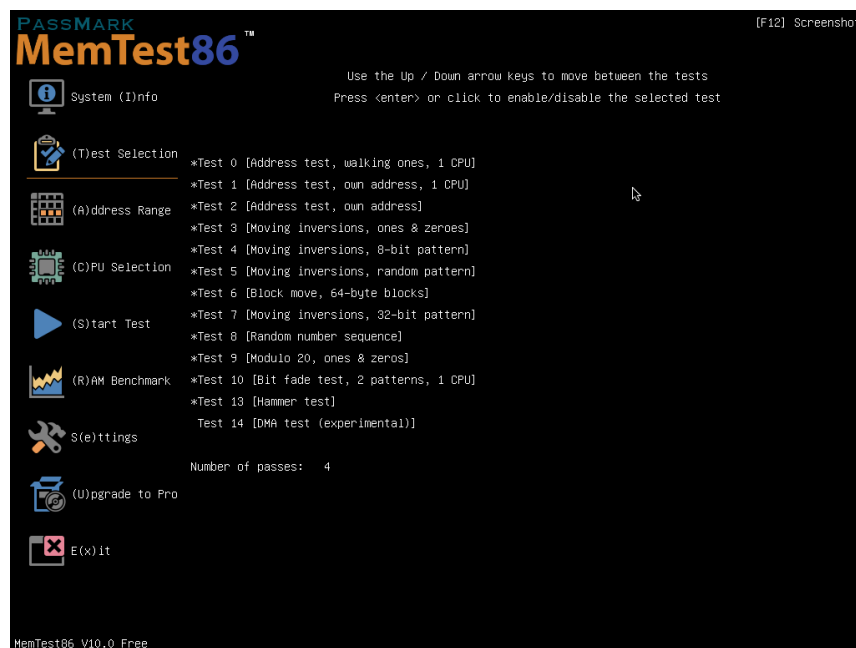


Рисунок 3.6 – Меню Test Selection MemTest86

После нажатия клавиши «S» начинается тестирование (см. рисунок 3.7).

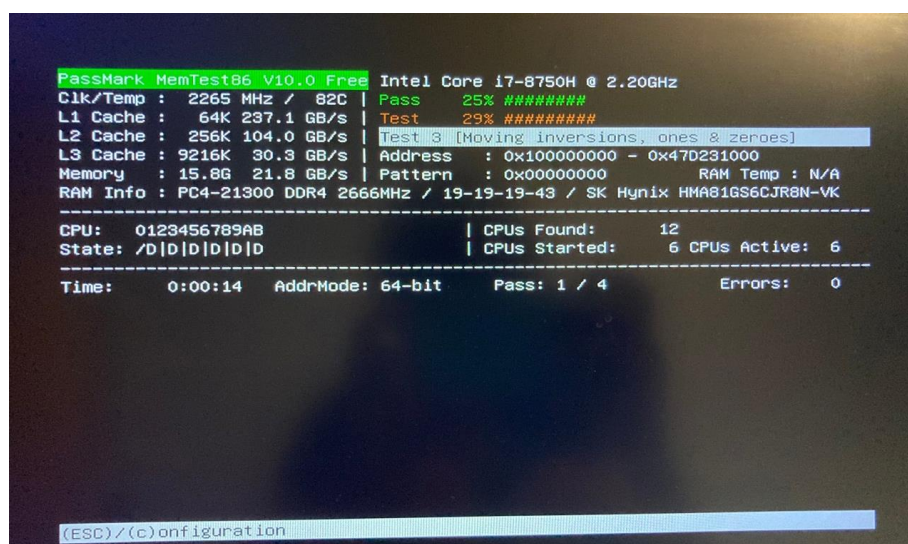


Рисунок 3.7 – Процесс тестирования в MemTest86

После завершения тестирования результат отобразится на экране (см. рисунок 3.8). Также результат тестирования можно сохранить в html файл (см. приложение А). В итоге тестирование заняло 2 часа 55 минут и не было найдено никаких неисправностей.

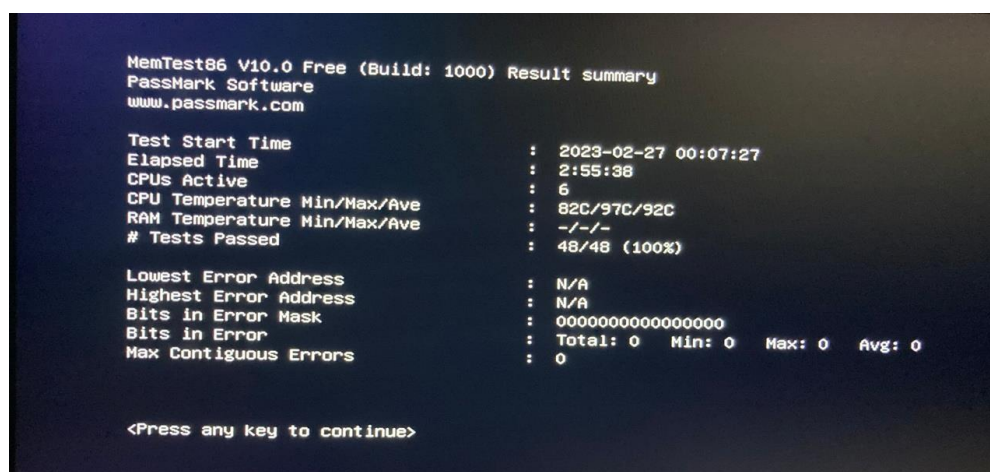


Рисунок 3.8 – Результат тестирования в MemTest86

Тесты 0-2 записывают значения в 32-разрядные ячейки памяти только один раз по возрастанию. Так в тесте 0 записывается шаблон значений (00000001, 00000010, 00000100 и т.д.). В тесте 1 в ячейку записывается ее собственный адрес. В тесте 2 то же самое только с использованием нескольких ядер параллельно. Эти тесты позволяют определить неисправности дешифратор адреса.

Тесты 3, 4, 5, 7 используют алгоритм «Moving inversions», которые заключается в следующем:

- 1) Заполнить память шаблоном.

2) Начиная с младших адресов прочитать шаблон, записать значение противоположное шаблону.

2) Начиная со старших адресов прочитать значение из памяти, записать противоположное значение.

Данный тест позволяет обнаружить константные неисправности, неисправности переходов значений, некоторые неисправности взаимного влияния и неисправности дешифратора.

Так шаблон для каждого из тестов 3, 4, 5, 7 может отличаться:

1) В тесте 3 используются только 0 и только 1.

2) В тесте 4 используется 20 комбинаций различных чередований нулей и единиц.

3) В тесте 5 используется 60 различных случайных комбинаций.

4) В тесте 7 при каждой последующей записи шаблон сдвигается. Используется 32 шаблона.

В тесте 6 используются инструкции movsl, перемещающие 64-байтные блоки данных. Блоки в участке памяти 4 мегабайта перемещаются и проверяются на корректность.

В тесте 8 используются полностью случайные шаблоны.

Тест 9 используется для нахождения неисправностей, пропущенных из-за кэша. Сначала записывается ячейка кратная 20, а потом во все другие перед ней ячейки записывается противоположное значение.

В тесте 10 в память записываются все единицы или все нули и тест засыпает на 5 минут, после проверяется память на возможные изменения.

В тесте 13 проверяется неисправность изменения битов при частом переключении двух адресов в одном банке памяти.

## **4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе выполнения лабораторной работы было выполнено тестирование оперативной памяти с использованием встроенной в ОС Windows программы, в различных режимах. Также была установлена программа тестирования MemTest68, изучен ее интерфейс и применен для тестирования компьютера.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Результат тестирования в MemTest86



### Summary

Report Date 2023-02-27 04:54:28  
Generated by MemTest86 V10.0 Free (64-bit)  
Result Visit MemTest86.com to Upgrade to Pro  
PASS

### System Information

EFI Specifications	2.80
System	
Manufacturer	ASUSTeK COMPUTER INC.
Product Name	Strix GL504GM_GL504GM
Version	1.0
Serial Number	JANRCV018727418
BIOS	
Vendor	American Megatrends Inc.
Version	GL504GM.314
Release Date	08/10/2021
Baseboard	
Manufacturer	ASUSTeK COMPUTER INC.
Product Name	GL504GM
Version	1.0
Serial Number	N0CV1840MB0031441
CPU Type	Intel Core i7-8750H @ 2.20GHz
CPU Clock	2265 MHz (Turbo: 4069.0 MHz)
# Logical Processors	12 (8 enabled for testing)
L1 Cache	4 x 64K (242831 MB/s)
L2 Cache	4 x 256K (106556 MB/s)
L3 Cache	9216K (31106 MB/s)
Memory	16242M (22421 MB/s)
Number of RAM SPDs detected	2
SPD #0	8GB DDR4 PC4-21300 SK Hynix / HMA81GS8CJR8N-VK / 332FE8E5 19-19-19-43 / 2666 MHz / 1.2V
SPD #1	8GB DDR4 PC4-21300 A-DATA Technology / / C2600200 19-19-19-43 / 2666 MHz / 1.2V
Number of RAM slots	4
Number of RAM modules	2
DIMM Slot #0	8GB DDR4 PC4-21300 SK Hynix / HMA81GS8CJR8N-VK / 332FE8E5 2667 MHz
DIMM Slot #1	Empty slot
DIMM Slot #2	8GB DDR4 PC4-21300 04CB / / C2600200 2667 MHz
DIMM Slot #3	Empty slot

### Result summary

Test Start Time	2023-02-27 00:07:27
Elapsed Time	2:55:38
Memory Range Tested	0x0 - 47E000000 (18400MB)
CPU Selection Mode	Parallel (All CPUs)
CPU Temperature Min/Max/Ave	82C/97C/92C
RAM Temperature Min/Max/Ave	-/-/-
# Tests Passed	48/48 (100%)

Test	# Tests Passed	Errors
Test 0 [Address test, walking ones, 1 CPU]	4/4 (100%)	0
Test 1 [Address test, own address, 1 CPU]	4/4 (100%)	0
Test 2 [Address test, own address]	4/4 (100%)	0
Test 3 [Moving inversions, ones & zeroes]	4/4 (100%)	0
Test 4 [Moving inversions, 8-bit pattern]	4/4 (100%)	0
Test 5 [Moving inversions, random pattern]	4/4 (100%)	0
Test 6 [Block move, 64-byte blocks]	4/4 (100%)	0
Test 7 [Moving inversions, 32-bit pattern]	4/4 (100%)	0
Test 8 [Random number sequence]	4/4 (100%)	0
Test 9 [Modulo 20, ones & zeros]	4/4 (100%)	0
Test 10 [Bit fade test, 2 patterns, 1 CPU]	4/4 (100%)	0
Test 13 [Hammer test]	4/4 (100%)	0

### Certification

This document certifies that the Tests described above have been carried out by a suitably qualified technician on the System described above.

Signed

\_\_\_\_\_  
Your company name here  
123 Your Address, City, Country  
Phone 123-456-7890  
E-Mail: info@your-company-name.com