

# **УПРАВЛЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТЬЮ**

# ОЗУ

- Память
  - Основная память
  - Оперативная память
  - Оперативное запоминающее устройство
  - ОЗУ
  - Memory
  - Main memory
  - Random Access Memory
  - RAM
- Набор ячеек памяти (от 1 до 8 байт) с адресами

# ОЗУ

- Используется процессором и устройствами ввода-вывода
- *Энергозависимая память*
  - содержимое теряется при отключении питания и сбоях компьютера

# Функции ОС

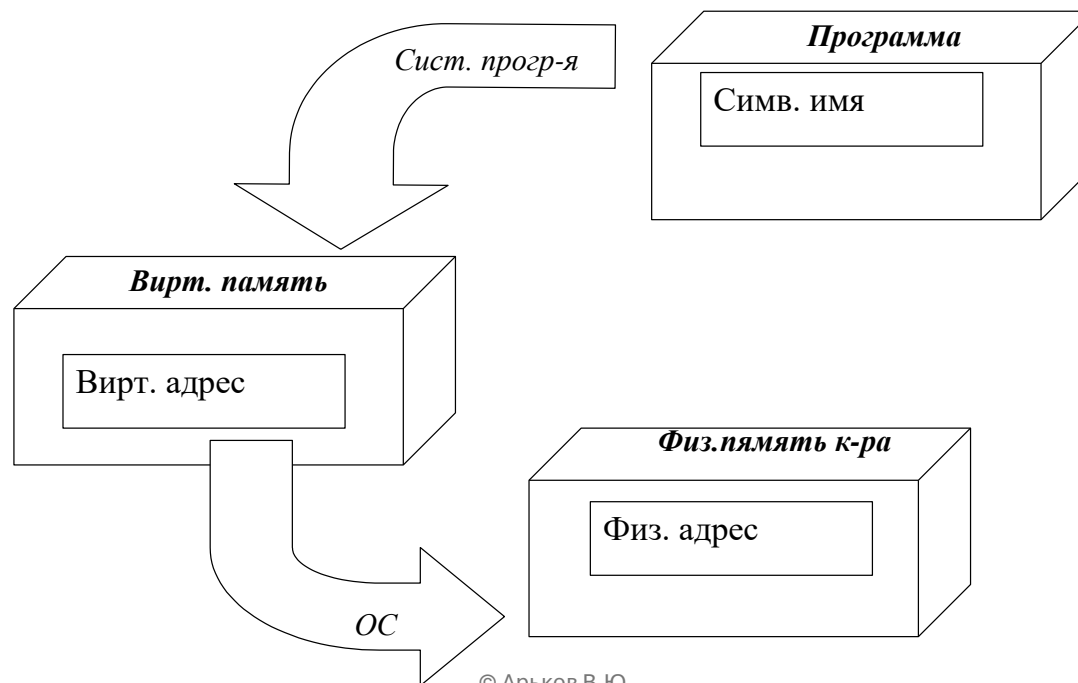
- Для управления памятью ОС выполняет следующие функции:
  - отслеживать, какие области памяти используются и какие свободны
  - выделять области памяти для загрузки программы и освобождать ресурсы
  - управлять обменом между ОЗУ и диском, если памяти не хватает

# Логическое и физическое адресное пространство

- Обычно программист обращается к памяти через *символьные* переменные и не указывает физические адреса
- *Физический* адрес – номер ячейки в микросхеме памяти; выставляется на шине адреса.
- Привязка к физическим адресам – при загрузке программы в память перед исполнением
- Имена переменных связываются с адресами ячеек в 2 этапа:
  - система программирования (символьное имя – логический адрес)
  - ОС (логический адрес – физический адрес)

# Преобразование адресов

- *Отображение* одного адресного пространства на другое
  - *Пространство* (в математике) - множество всех возможных значений



# Распределение памяти

- Выделение памяти для загрузки программ:
  - Статическое
    - при компиляции программы
  - Динамическое
    - во время выполнения программы

# Задание

- Вики
  - Memory management
  - Memory management (operating systems)



# Простое непрерывное распределение памяти (DOS)

- DOS – однопрограммная система
- Память делится на три части:
  - область ОС
  - исполняемая задача
  - свободная память
- Ядро ОС постоянно находится в памяти
- Остальные модули ОС находятся на диске, загружаются при необходимости



# Фрагментация памяти

- Для эффективного использования памяти процессы должны занимать смежные, соседние блоки, чтобы не оставалось свободного пространства между ними
- По окончании работы процесса он освобождает часть ОЗУ и образуется «дыра»
- Фрагментация памяти - свободная область памяти оказывается "разбросанной", поделенной на фрагменты
- Если новый процесс потребует большей памяти для работы, то его не удастся загрузить в освободившееся место в памяти
- Фрагментация памяти:
  - внешняя – свободные участки памяти между программами
  - внутренняя – свободные участки внутри выделенных блоков

# «Дыра» в памяти



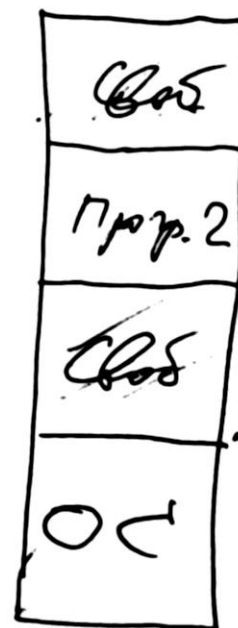
9



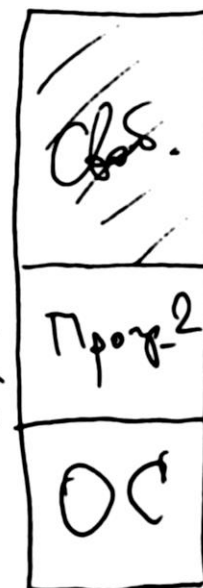
8



6



7



4

# Решение проблемы

- Решение проблемы фрагментации памяти:
  - выделять раздел размером с программу (непрерывное распределение)
  - размещать задачу в нескольких разделах (разрывное распределение)
- При непрерывном выделении памяти ОС защищает процессы друг от друга с помощью регистров, указывающих границу памяти. Диспетчер (планировщик) памяти отслеживает и выделяет свободные области (по размеру):
  - первый подходящий (first fit)
  - самый подходящий (best fit)
  - самый неподходящий (worst fit)
- Незанятая часть блока памяти переходит в категорию свободных.

# Дефрагментация

- Устранение фрагментации памяти
  - Устранение «дыр»
  - «Уплотнение» памяти
- Объединение свободных областей
- Перемещение программ в начало памяти
- На время «уплотнения» вычисления приостанавливаются

# Утечка памяти

- *Memory leak*
- Программа создает новые переменные и не освобождает память после использования
- Накапливается "занятая" память
  - Сборка мусора
  - Перевод неиспользуемых блоков в свободные
    - Garbage collection

# Задание

- Вики
  - Утечка памяти
  - Memory leak
- Иртегов – Учебник
  - Аппаратная перезагрузка сервера: CDROM+отвертка

# Виртуальная память

- *Подкачка, оверлей, свопинг*
- Чтобы запустить больше программ, чем умещается в ОЗУ, используется ряд механизмов, который называется *виртуальная память*
- Программа частично находится в памяти, частично – на диске
  - Для программы доступный объем ОЗУ становится больше, чем в действительности



# Виртуальный

- **виртуальный** – существующий в компьютере, не существующий как физический объект; действующий как реальный
  - **E.** efficacious, potential
  - **L.** virtualis – virtus (доблесть, талант) – *vir* (человек)
- **virtual:** being on or simulated on a computer or computer network
- **virtual memory:** a section of a hard drive that can be used as if it were an extension of a computer's random-access memory (also: virtual storage)
- **virtual reality:** an artificial environment which is experienced through sensory stimuli (as sights and sounds) provided by a computer and in which one's actions partially determine what happens in the environment
  - **виртуоз**

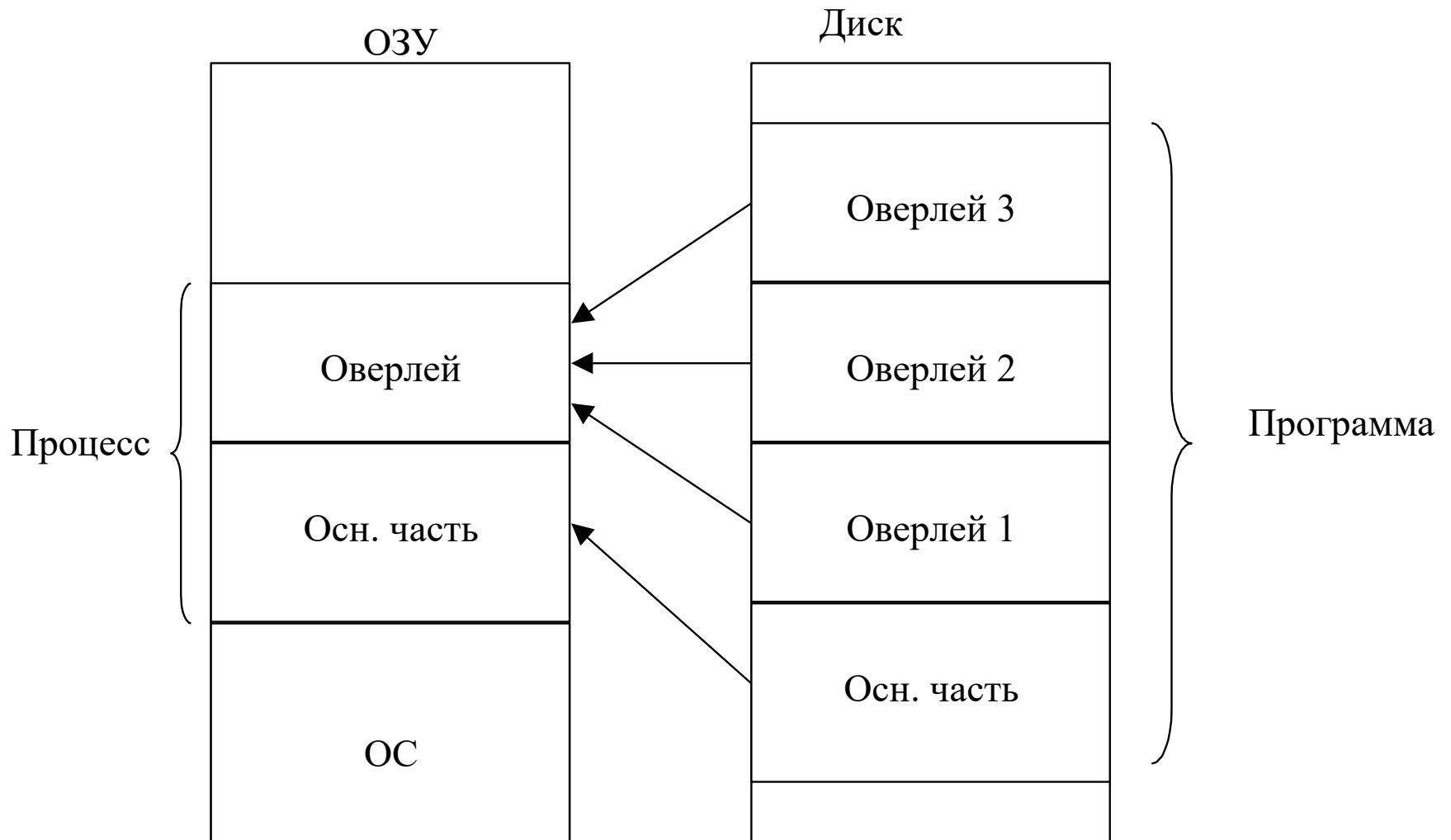
# Задание

- Вики
  - Виртуальная память

# Оверлей

- **Оверлей** – перекрытие программных секций.
  - *E. overlay* = перекрытие, лежать поверх
- Программа разбита на главную часть (main) и сегменты (segment). В памяти находятся главная часть (включая оверлейный менеджер) и неперекрывающиеся сегменты. Остальные сегменты расположены на диске.
- Одна и та же область ОЗУ используется несколькими программными секциями, которые загружаются по очереди по мере вызова подпрограмм. За счет этого в памяти находится только те процедуры, которые выполняются, и требуется меньший объем оперативной памяти.
- Такая структура закладывается программистом при составлении программы. Программист сам делит программу на части и указывает, какие модули будут оверлейными.

# Программа с оверлеем



# Средства программирования

- В языках программирования есть средства для организации оверлеев.
- Например, в **Pascal** имеется модуль **Overlay**
  - **uses Overlay**
- Работа с оверлеями поддерживается как системами программирования, так и системными вызовами ОС

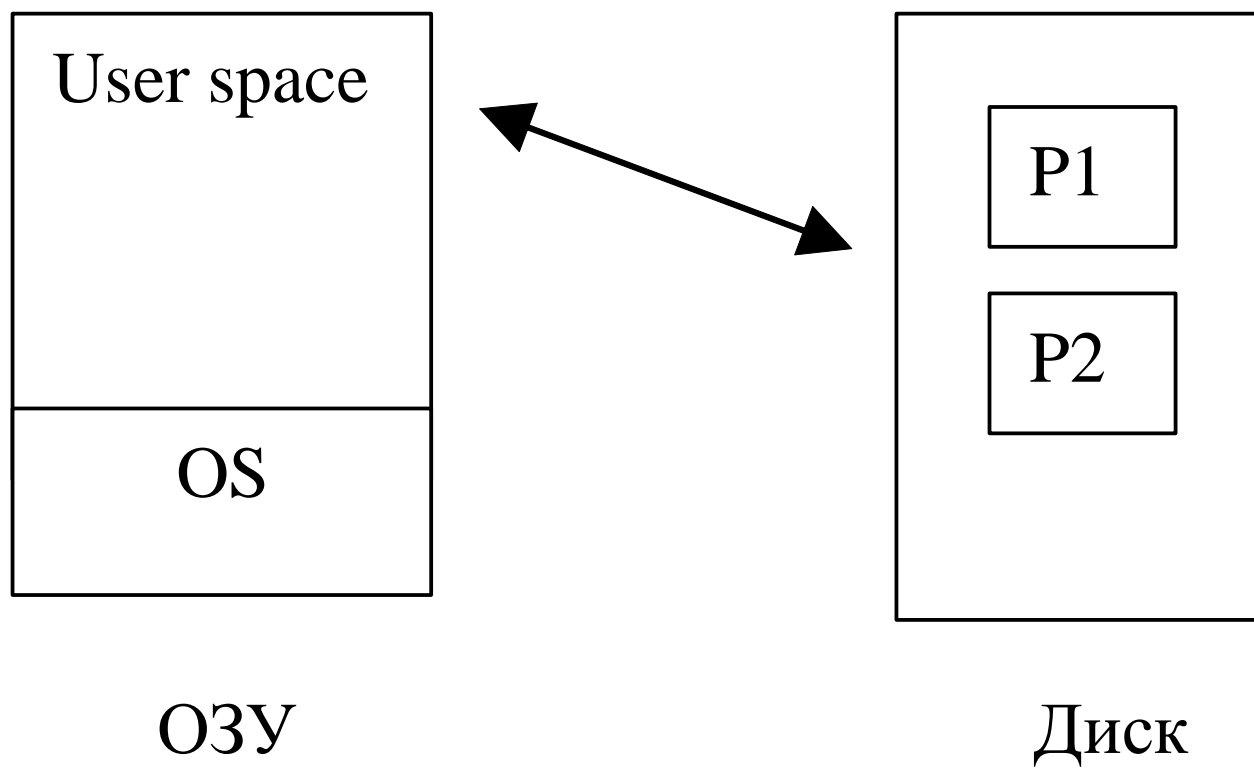
# Задание

- Вики
  - Overlay (программирование)
  - Overlay (programming)
- Статья
  - <https://www.geeksforgeeks.org/overlays-in-memory-management/>

# Свопинг, подкачка

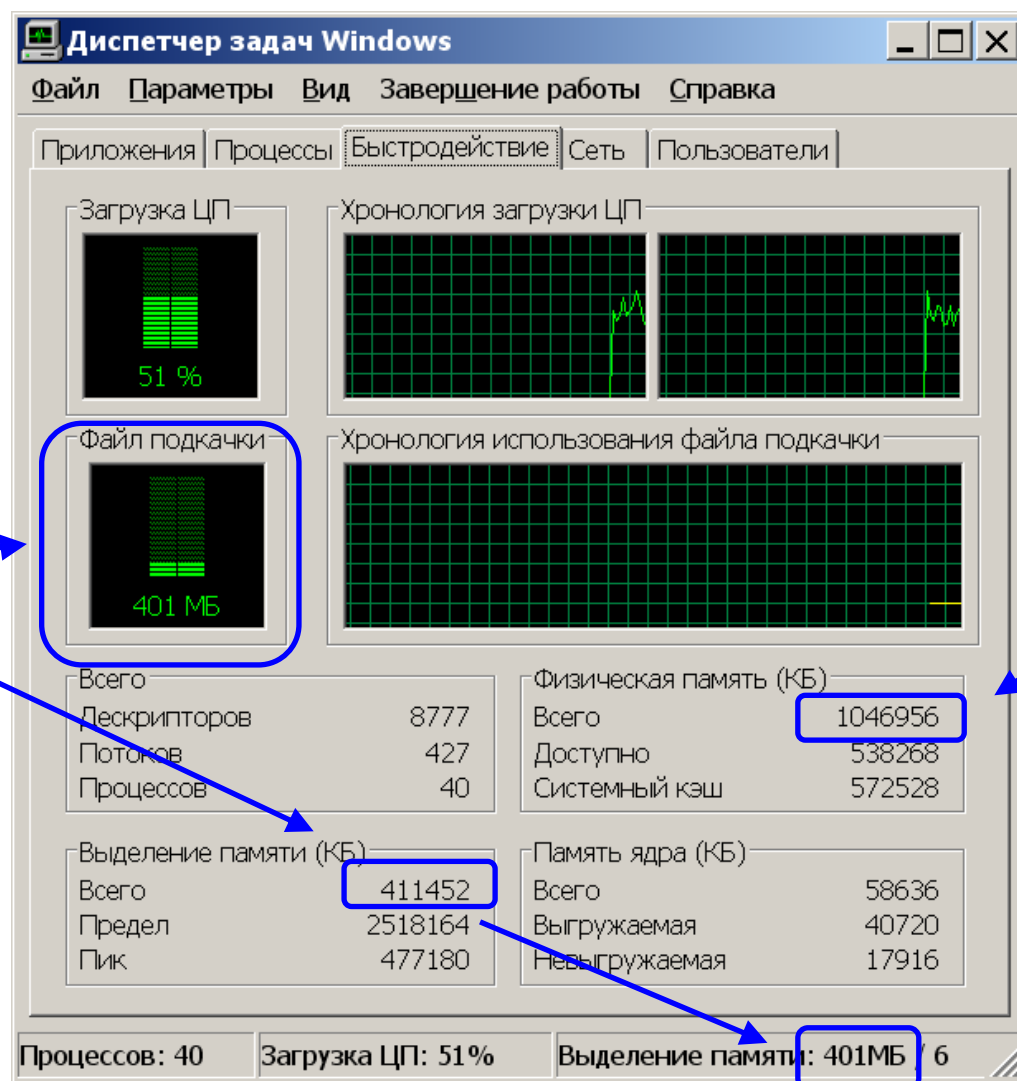
- **Свопинг** – временное освобождение ОЗУ за счет сохранения информации на диске.
- Временное сохранение части ОЗУ или одного из процессов на диске; в освободившуюся область загружают другие задачи.
  - [Е. *swapping* – обмен]
- Для свопинга выделяется дисковое пространство или логический диск, куда не может обращаться пользователь.
- Своп-файл, область свопинга, файл подкачки, виртуальная память.
- В отличие от оверлея, организацией свопингом занимается ОС.

# СВОПИНГ





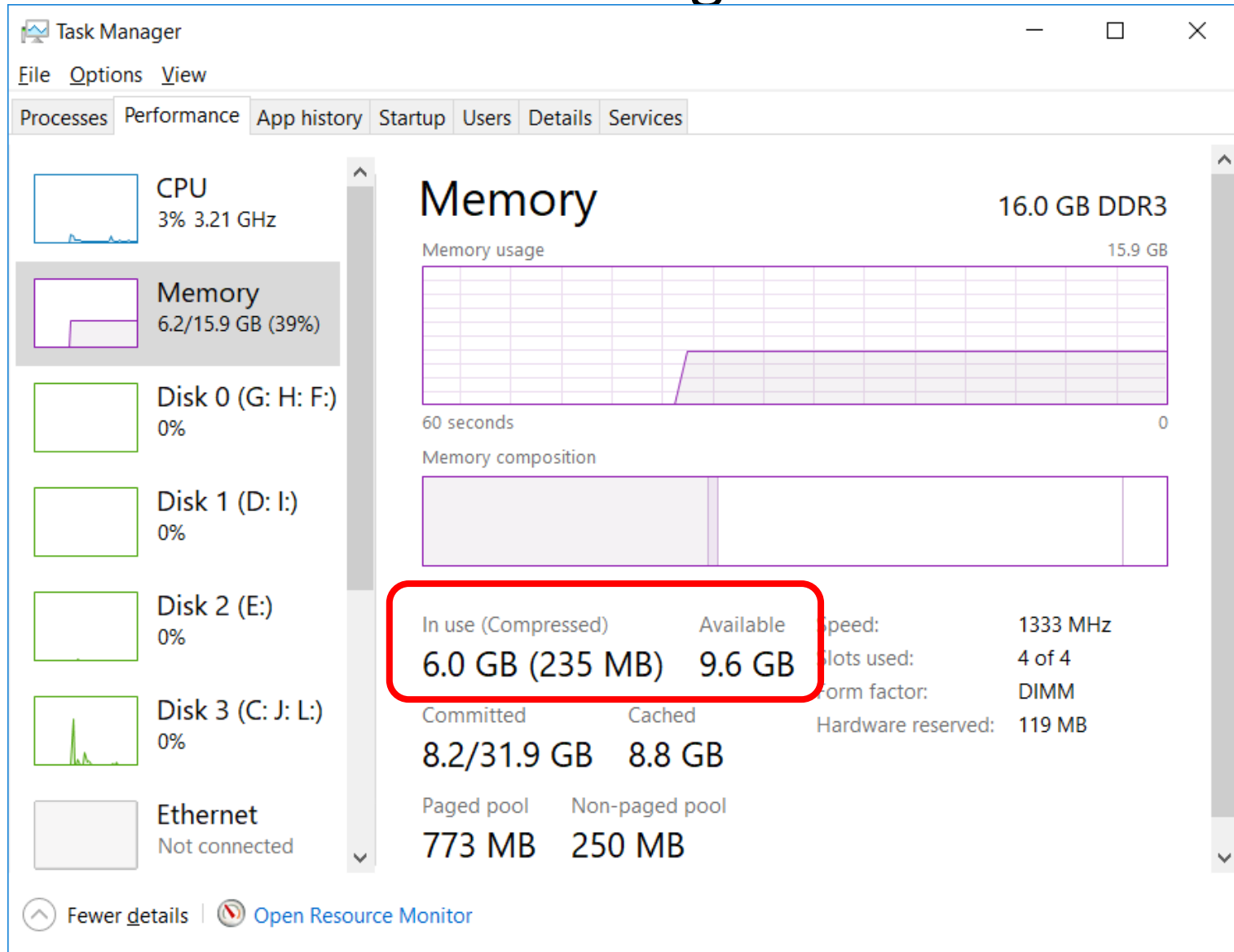
# Windows 7 – Диспетчер задач



занято  
в ОЗУ

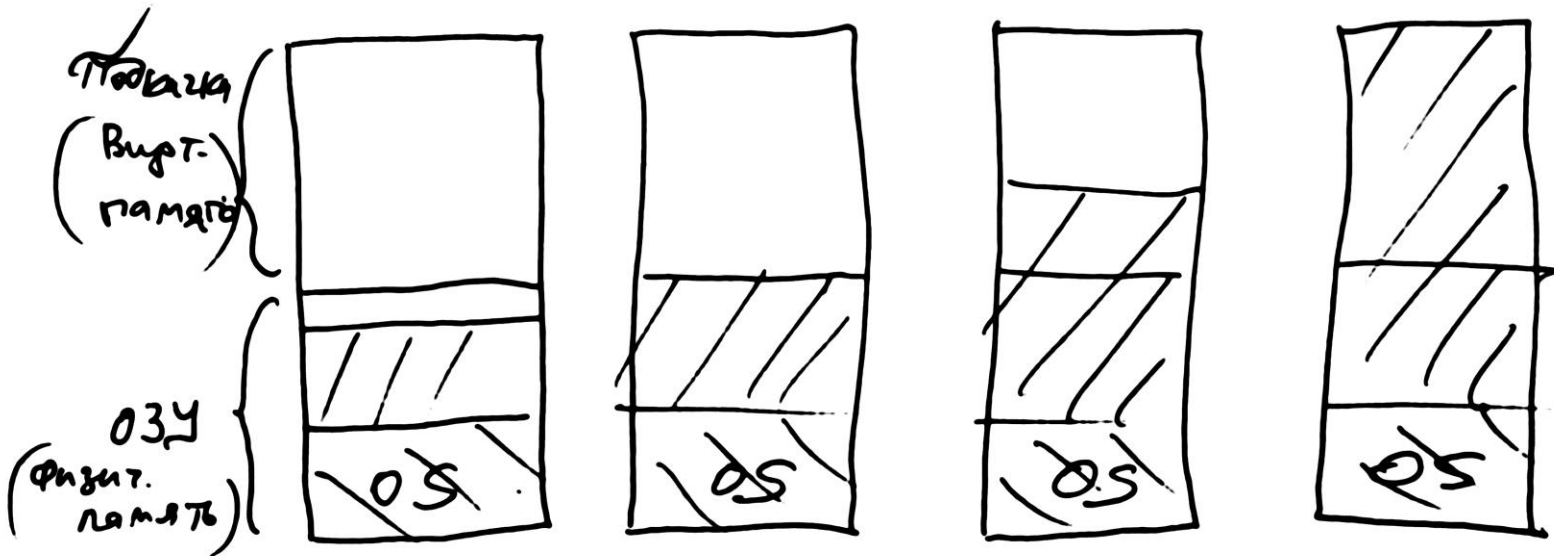
физический  
объем ОЗУ

# Windows 10 – Task Manager



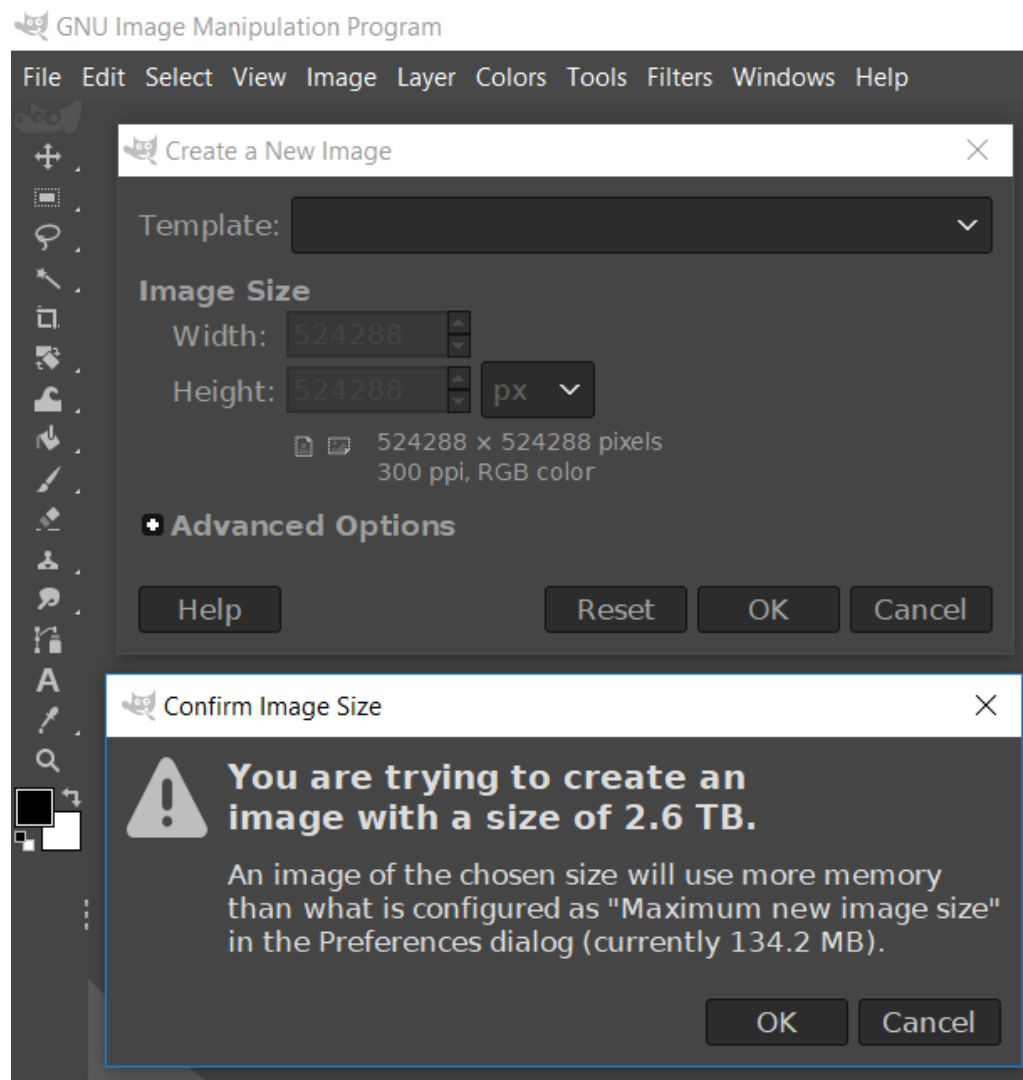
# Заполнение памяти

- Вначале физическая память
- Затем виртуальная



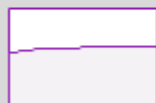
# Провоцируем подкачку

- Графический редактор GIMP
- Создаём большой файл





**CPU**  
17% 3.65 GHz



**Memory**  
9.9/15.9 GB (62%)



**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



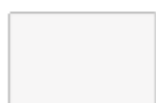
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
0%



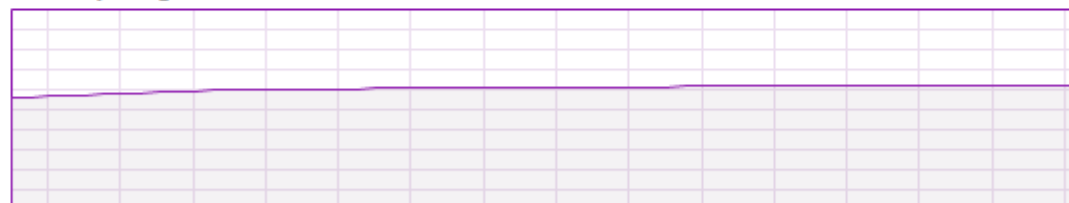
**Ethernet**  
Not connected

# Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

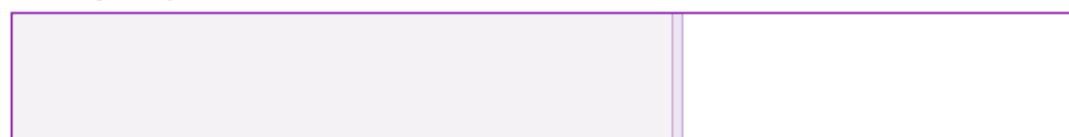
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

Available

Speed:

1333 MHz

**9.7 GB (741 MB)**

**6.0 GB**

Slots used:

4 of 4

Form factor:

DIMM

Hardware reserved:

119 MB

Committed

Cached

**12.8/31.9 GB**

**6.1 GB**

Paged pool

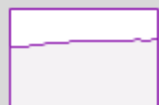
Non-paged pool

**674 MB**

**262 MB**



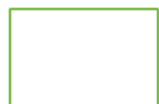
**CPU**  
17% 3.65 GHz



**Memory**  
11.0/15.9 GB (69%)



**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



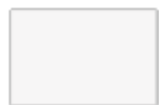
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
20%



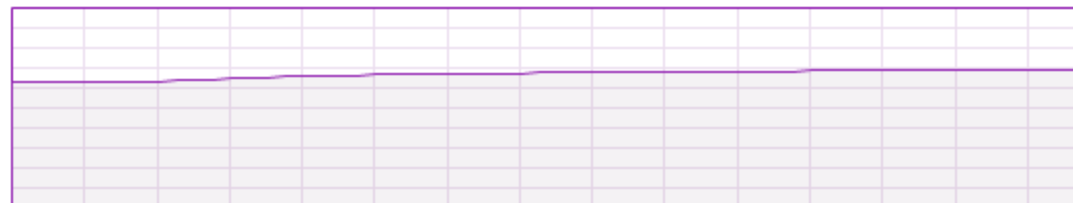
**Ethernet**  
Not connected

# Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

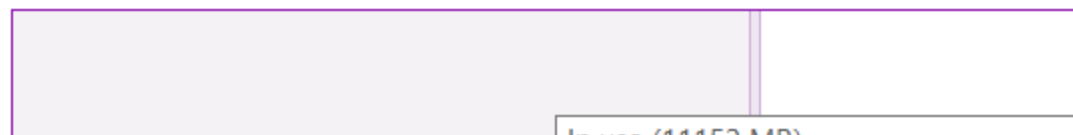
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

Available

**10.9 GB (734 MB)**

**4.8 GB**

Committed

Cached

**14.0/31.9 GB**

**5.0 GB**

Paged pool

Non-paged pool

**669 MB**

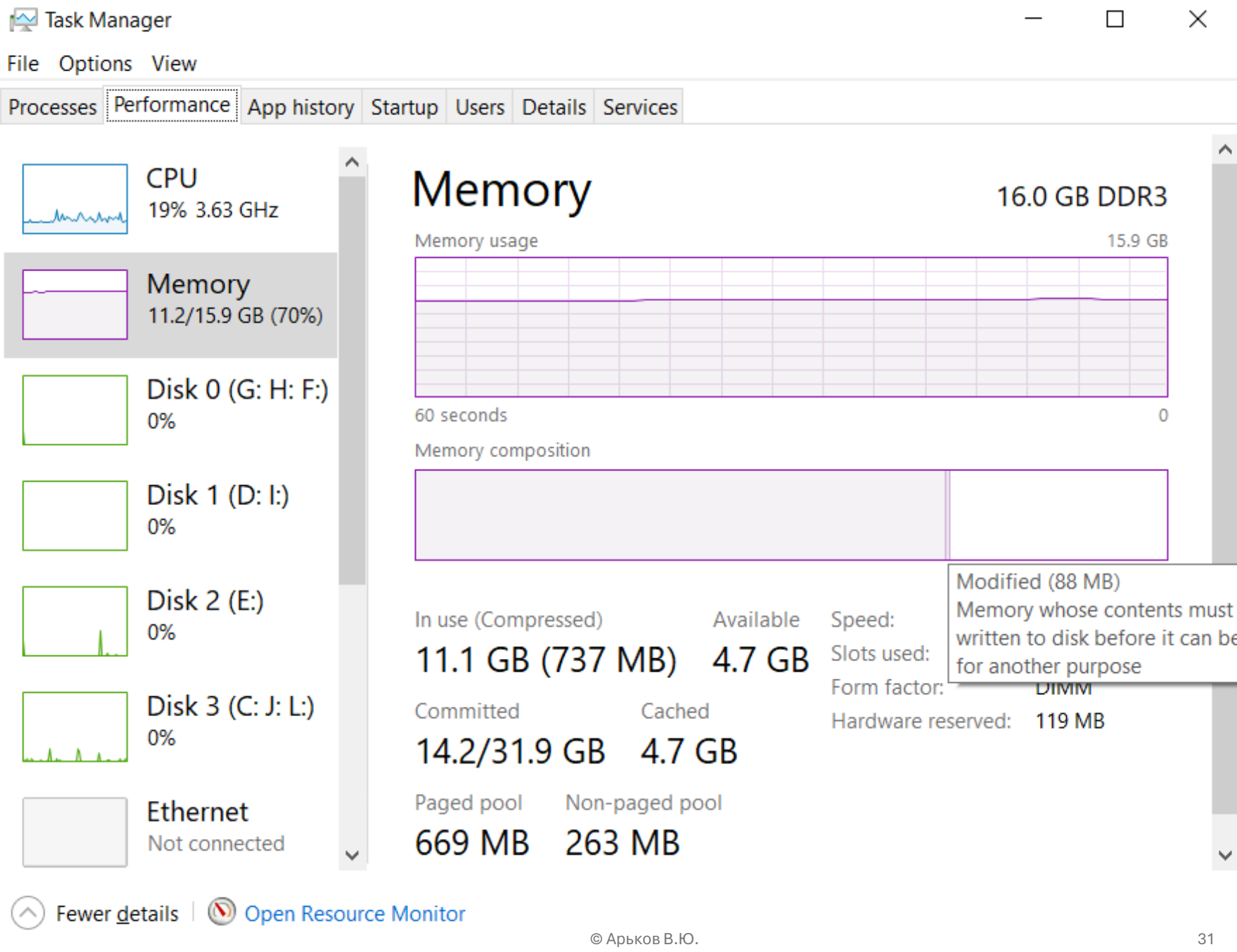
**262 MB**

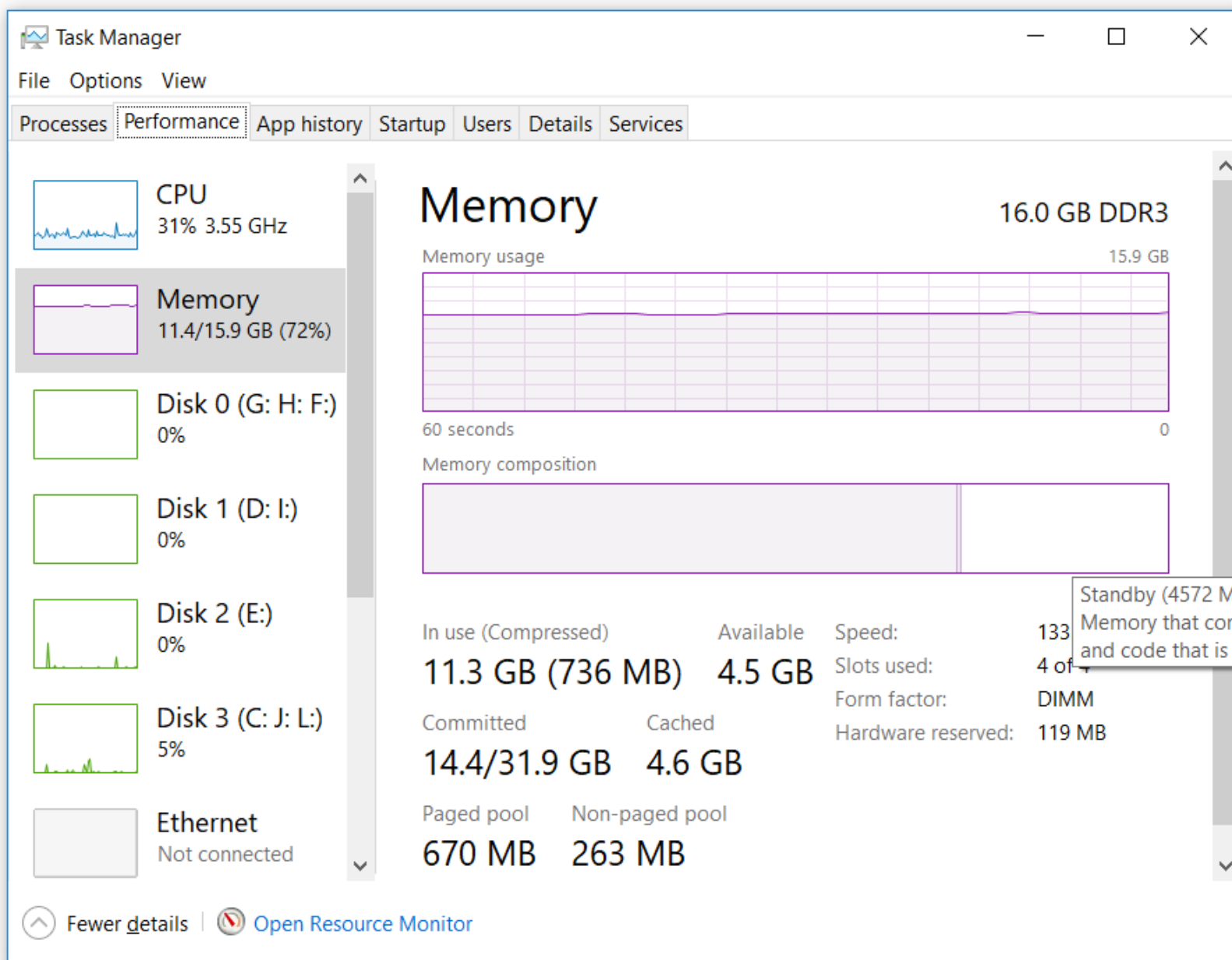
In use (11152 MB)

Memory used by processes, drivers, or the operating system

In use compressed (734 MB)

Compressed memory stores an estimated 1822 MB of data, saving the system 1089 MB of memory

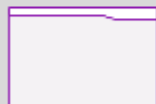




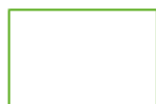




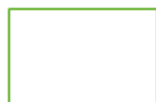
**CPU**  
31% 3.58 GHz



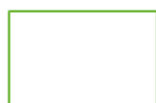
**Memory**  
14.0/15.9 GB (88%)



**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



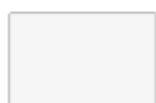
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
1%



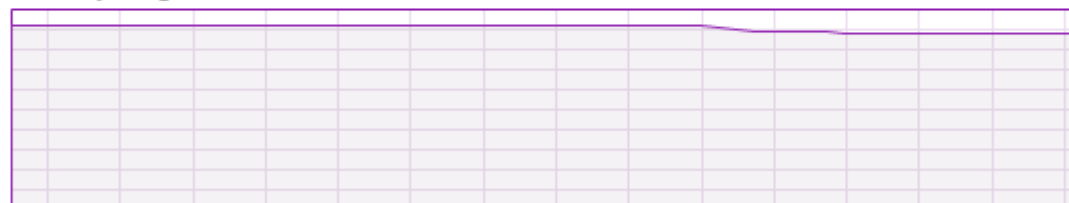
**Ethernet**  
Not connected

# Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

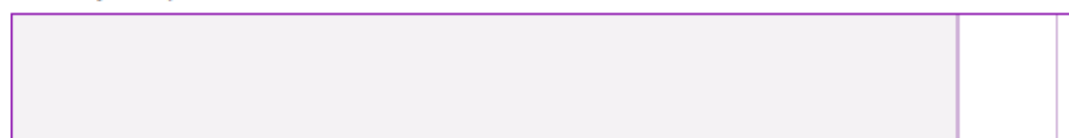
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

14.0 GB (47.5 MB)

Available

1.9 GB

Speed:

1333 MHz

Slots used:

4 of 4

Form factor:

DIMM

Hardware reserved:

119 MB

Committed

23.1/31.9 GB

Cached

1.5 GB

Paged pool

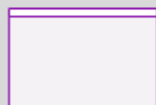
572 MB

Non-paged pool

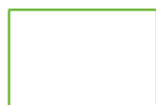
313 MB



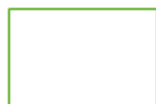
**CPU**  
32% 3.59 GHz



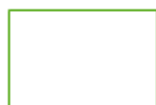
**Memory**  
14.9/15.9 GB (94%)



**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



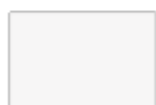
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
3%



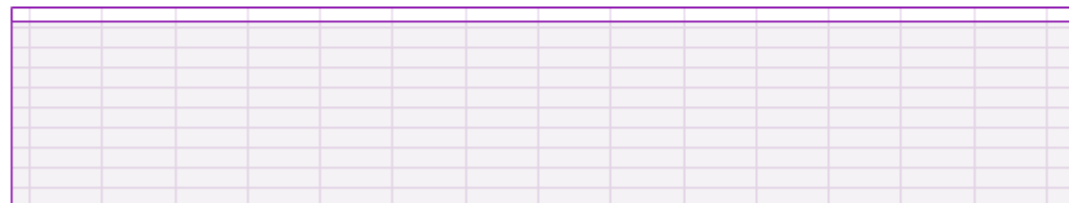
**Ethernet**  
Not connected

# Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

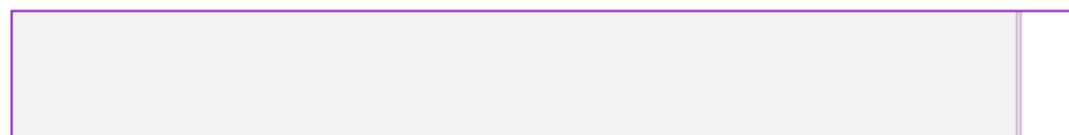
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

Available

Speed:

1333 M...

14.8 GB (88.8 MB)

1018 MB

Slots used:

4 of 4

Form factor:

DIMM

Committed

Cached

Hardware reserved:

119 MB

23.3/31.9 GB

1.0 GB

Paged pool

Non-paged pool

572 MB

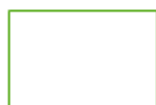
309 MB



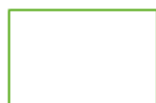
**CPU**  
32% 3.56 GHz



**Memory**  
12.6/15.9 GB (79%)



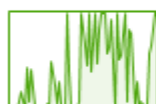
**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



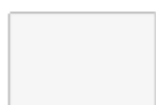
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
95%



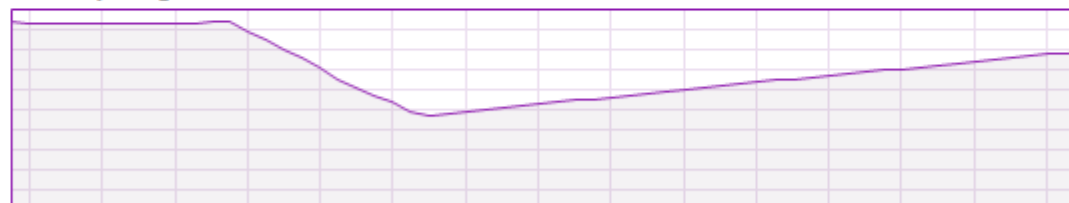
**Ethernet**  
Not connected

# Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

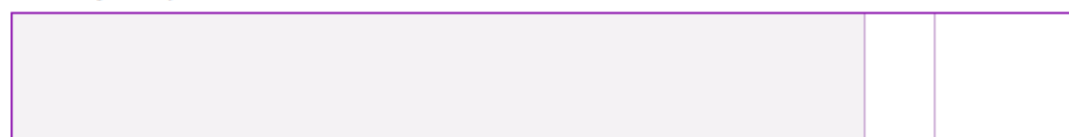
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

Available

Speed:

1333 M...

12.6 GB (153 MB)

3.3 GB

Slots used:

4 of 4

Committed

Cached

Form factor:

DIMM

22.5/31.9 GB

1.1 GB

Hardware reserved:

119 MB

Paged pool

Non-paged pool

570 MB

309 MB



**CPU**  
8% 3.53 GHz



**Memory**  
2.6/15.9 GB (16%)



**Disk 0 (G: H: F:)**  
0%



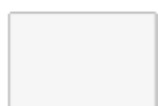
**Disk 1 (D: I:)**  
0%



**Disk 2 (E:)**  
0%



**Disk 3 (C: J: L:)**  
84%



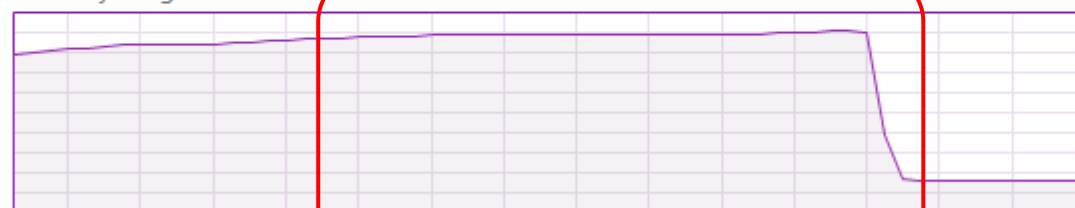
**Ethernet**  
Not connected

## Memory

16.0 GB DDR3

Memory usage

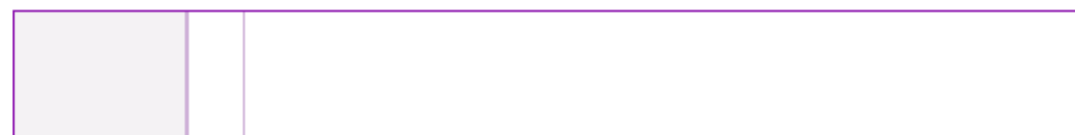
15.9 GB



60 seconds

0

Memory composition



In use (Compressed)

Available

2.5 GB (131 MB) 13.3 GB

Committed

Cached

7.3/35.6 GB 894 MB

Paged pool

Non-paged pool

567 MB 275 MB

Speed:

1333 M...

Slots used:

4 of 4

Form factor:

DIMM

Hardware reserved:

119 MB

# Настройка подкачки

- Windows 10
  - Файл подкачки – Paging file
- This PC – Properties – Advanced system settings – System Properties – Advanced – Performance – Settings – Performance Options – Advanced – Virtual memory – Change

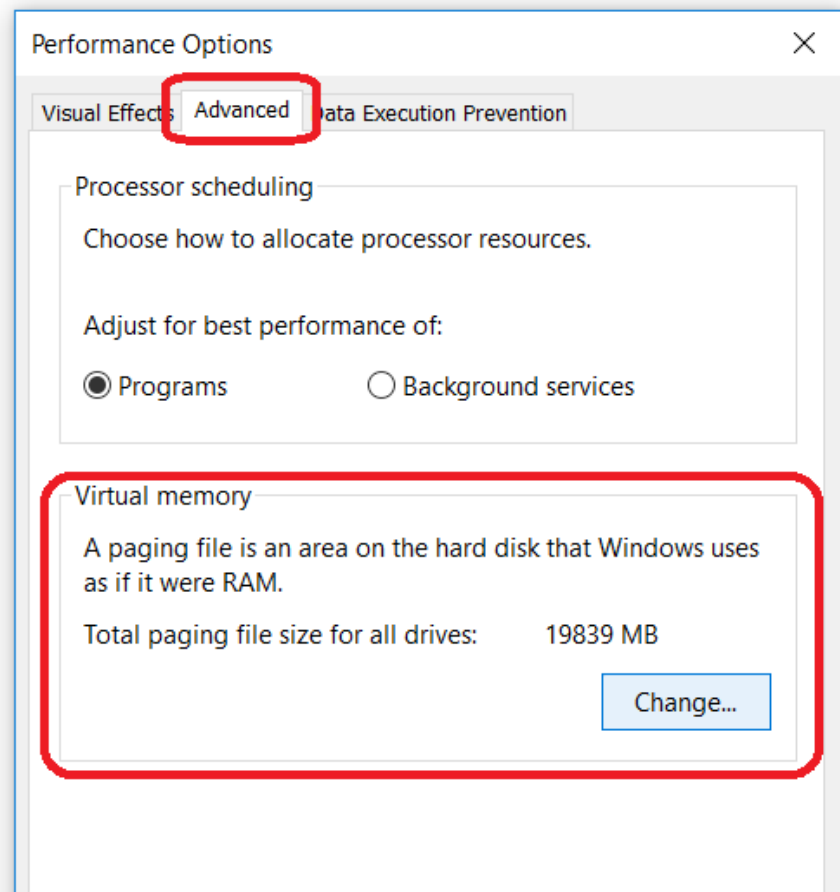
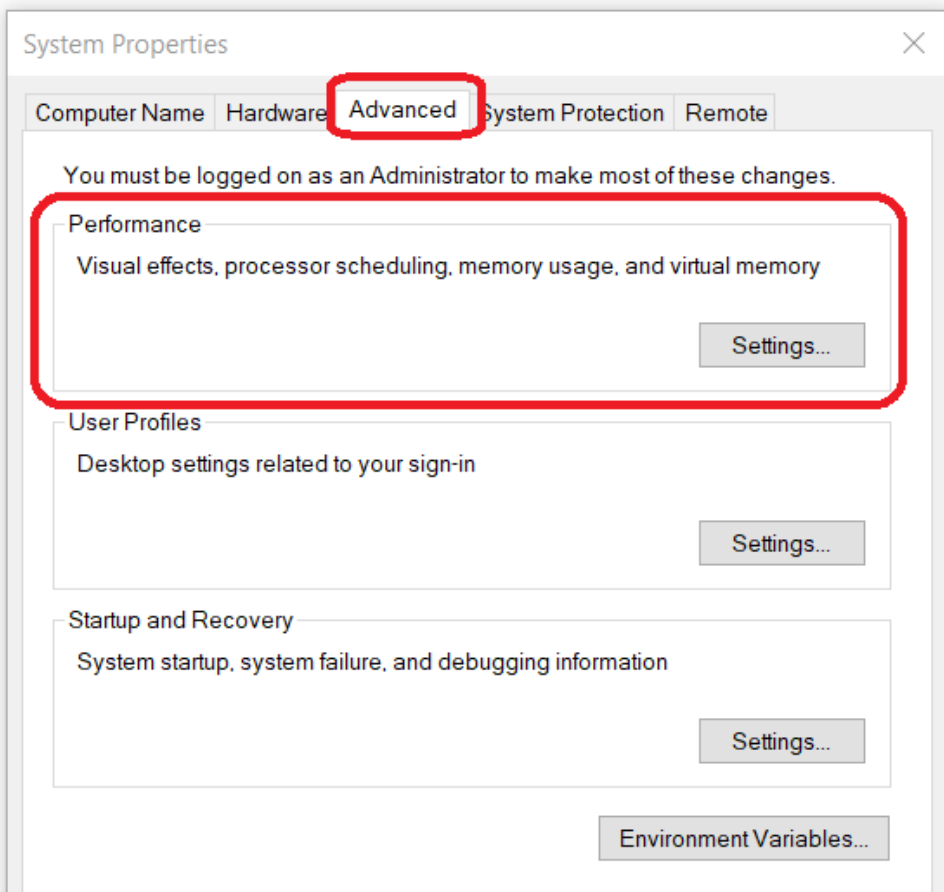
## Virtual memory

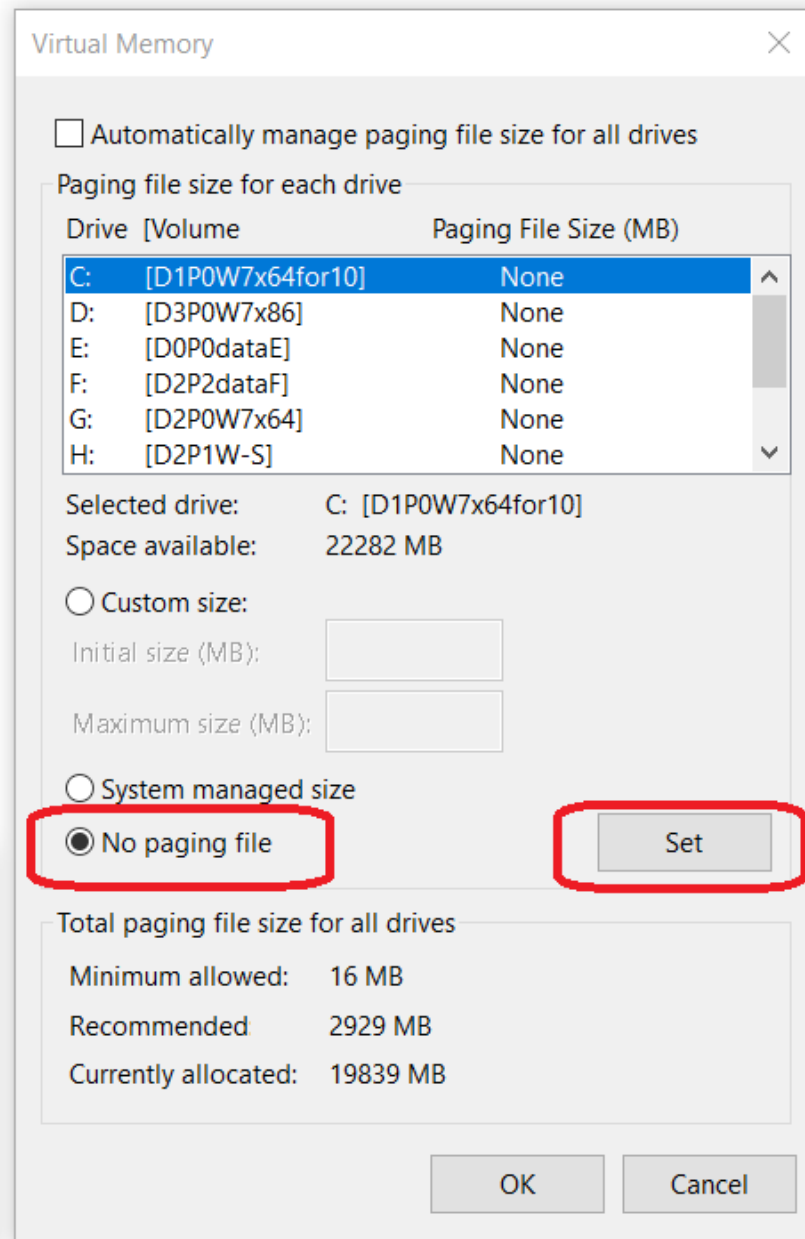
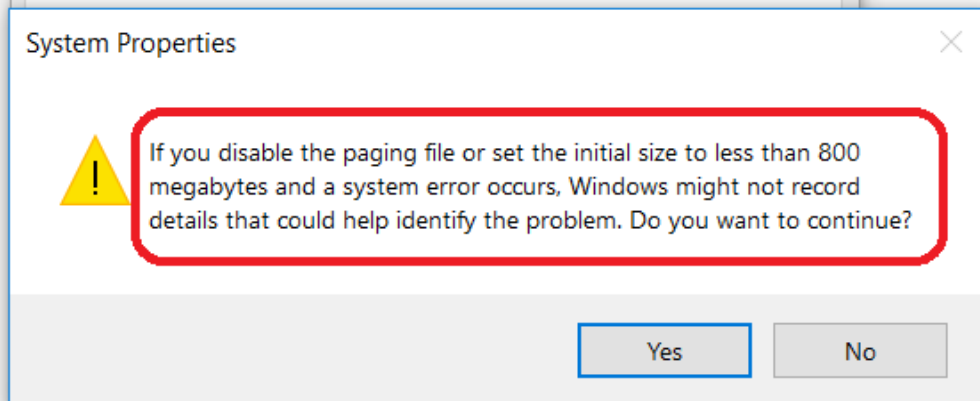
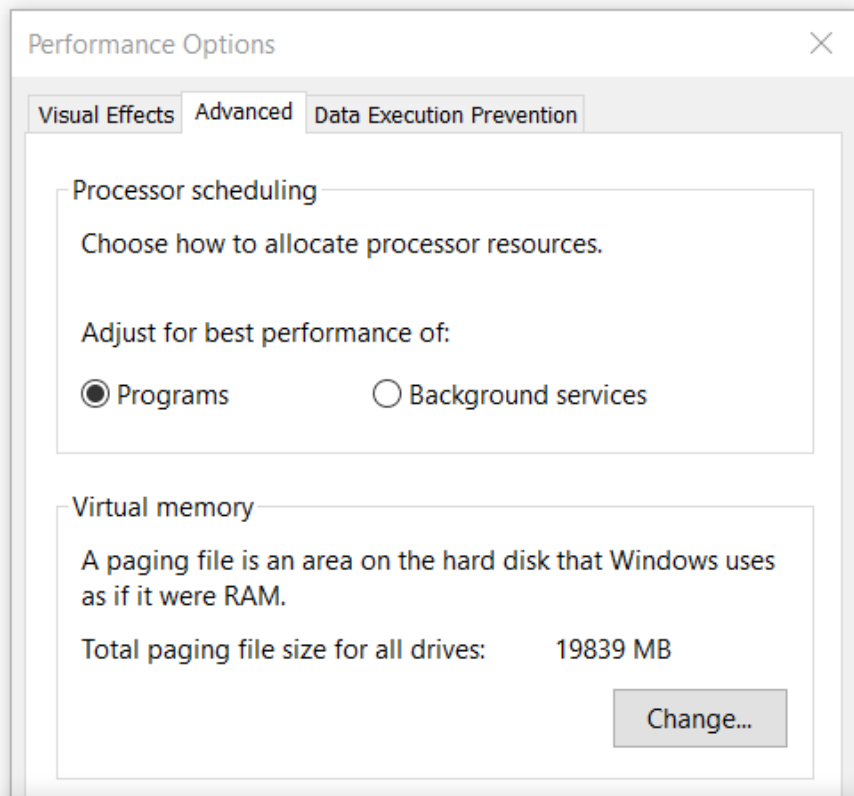
A paging file is an area on the hard disk that Windows uses as if it were RAM.

Total paging file size for all drives: 0 MB

[Change...](#)

# Advanced system settings





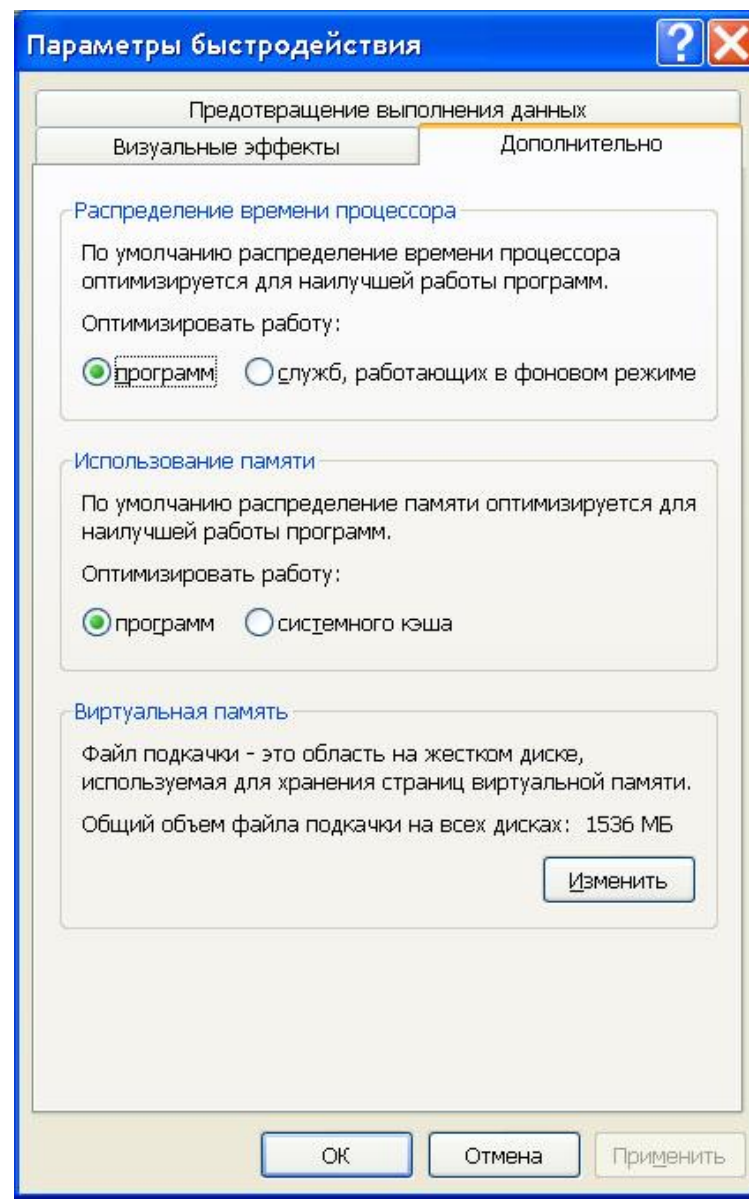
# Задание

- Ввести компьютер в режим интенсивного свопинга
  - Запустить много программ или открыть много файлов
  - В Диспетчере: используемое ОЗУ превысит объем физического ОЗУ
  - Наблюдать за изменением скорости работы машины
  - Обратит внимание на использование винчестера и мигание индикатора HDD при переключении между окнами



# Настройка подкачки

- Windows 7
  - Мой компьютер – Свойства – Дополнительно – Быстродействие – Параметры – Дополнительно – Виртуальная память – Изменить



# Задание

- Изучить настройки файла подкачки

## Виртуальная память

Диск [метка тома]      Файл подкачки (МБ)

C:	[Disk C 20 GB]	1534 - 1534
D:	[Disk D 170 GB]	
E:	[Disk E 220 GB]	

### Размер файла подкачки для выбранного диска

Диск: C: [Disk C 20 GB]  
Свободно: 7414 МБ

☒ Особый размер:

Исходный размер (МБ):

1534

Максимальный размер (МБ):

1534

☐ Размер по выбору системы

☐ Без файла подкачки

Задать

### Общий объем файла подкачки на всех дисках

Минимальный размер: 2 МБ

Рекомендуется: 1534 МБ

Текущий размер: 1534 МБ

ОК

Отмена

- Рекомендации по настройке файла подкачки
- Физическое расположение не на системном винчестере
- Постоянный размер
- Дефрагментация

**Диспетчер задач Windows**

Файл Параметры Вид Завершение работы Справка

Приложения Процессы **Быстродействие** Сеть Пользователи

**Загрузка ЦП**

0 %

**Хронология загрузки ЦП**

**Файл подкачки**

259 МБ

**Хронология использования файла подкачки**

**Всего**

Дескрипторов	5904
Потоков	372
Процессов	28

**Физическая память (КБ)**

Всего	1047788
Доступно	687464
Системный кэш	241096

**Выделение памяти (КБ)**

Всего	265300
Предел	947488
Пик	817512

**Память ядра (КБ)**

Всего	48500
Выгружаемая	27084
Невыгружаемая	21416

Процессов: 28    Загрузка ЦП: 0%    Выделение памяти: 259МБ

**Виртуальная память**

Диск [метка тома]	Файл подкачки (МБ)
C: [Disk C 20 GB]	
D: [Disk D 170 GB]	
E: [Disk E 220 GB]	

**Размер файла подкачки для выбранного диска**

Диск: C: [Disk C 20 GB]  
Свободно: 7413 МБ

☐ Обычный размер:  
 Исходный размер (МБ):   
 Максимальный размер (МБ):

☐ Размер по выбору системы  
☒ Без файла подкачки

**Задать**

**Общий объем файла подкачки на всех дисках**

Минимальный размер: 2 МБ  
 Рекомендуется: 1534 МБ  
 Текущий размер: 0 МБ

**ОК    Отмена**



**Диспетчер задач Windows**

Файл Параметры Вид Завершение работы Справка

Приложения Процессы **Быстродействие** Сеть Пользователи

Загрузка ЦП

0 %

Хронология загрузки ЦП

Файл подкачки

156 МБ

Хронология использования файла подкачки

**Всего**

Дескрипторов	5020
Потоков	330
Процессов	22

**Физическая память (КБ)**

Всего	1047788
Доступно	745280
Системный кэш	99812

**Выделение памяти (КБ)**

Всего	160408
Предел	947488
Пик	817512

**Память ядра (КБ)**

Всего	49964
Выгружаемая	28508
Невыгружаемая	21456

Процессов: 22    Загрузка ЦП: 0%    Выделение памяти: 156МБ

order GIMP 2 VirtualDub

Диспетчер зад...



#### Windows - Нехватка виртуальной памяти

Свободная виртуальная память системы заканчивается. Чтобы обеспечить нормальную работы Windows, увеличьте размер файла подкачки виртуальной памяти. Дополнительные сведения содержатся во встроенной справке.

EN



# Задание

- Вики
  - Страничная память
  - Page (computer memory)
- Справка Microsoft
  - <https://support.microsoft.com/ru-ru/help/2160852/ram-virtual-memory-pagefile-and-memory-management-in-windows>

# Разрывное распределение

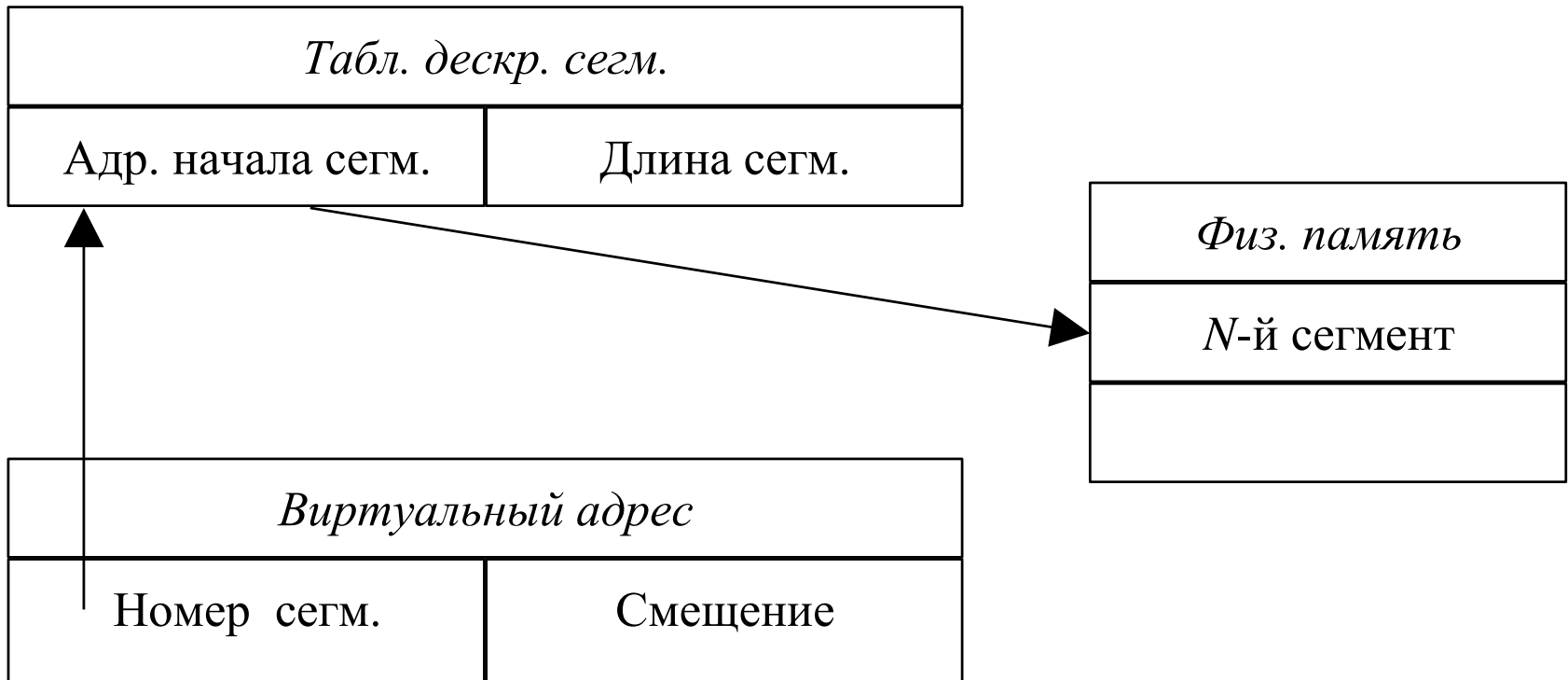
- Разрывные *методы распределения памяти*
- Область памяти, выделяемая задаче, не является непрерывной, состоит из нескольких непрерывных участков
  - сегментная
  - страничная
  - сегментно-страничная

# Сегментная организация памяти

- Программа делится программистом на сегменты (подпрограммы)
  - Физический адрес ячейки = адрес сегмента + смещение от начала сегмента
  - *Дескриптор* сегмента: адрес начала и длина сегмента, *бит присутствия* (в памяти или на диске)
- Дескриптор - "описание"
  - [E. *describe* ← L. *de* (вниз) + *scribere* (писать) = "записать"] - описывать
  - [E. *script* – текст, запись, рукопись , сценарий]
    - близко к "скрести", "царапать"
    - первые тексты царапали на глиняных дощечках
- *Таблица дескрипторов* сегментов – отдельный сегмент данных



# Сегментная адресация



# Сегментная организация памяти

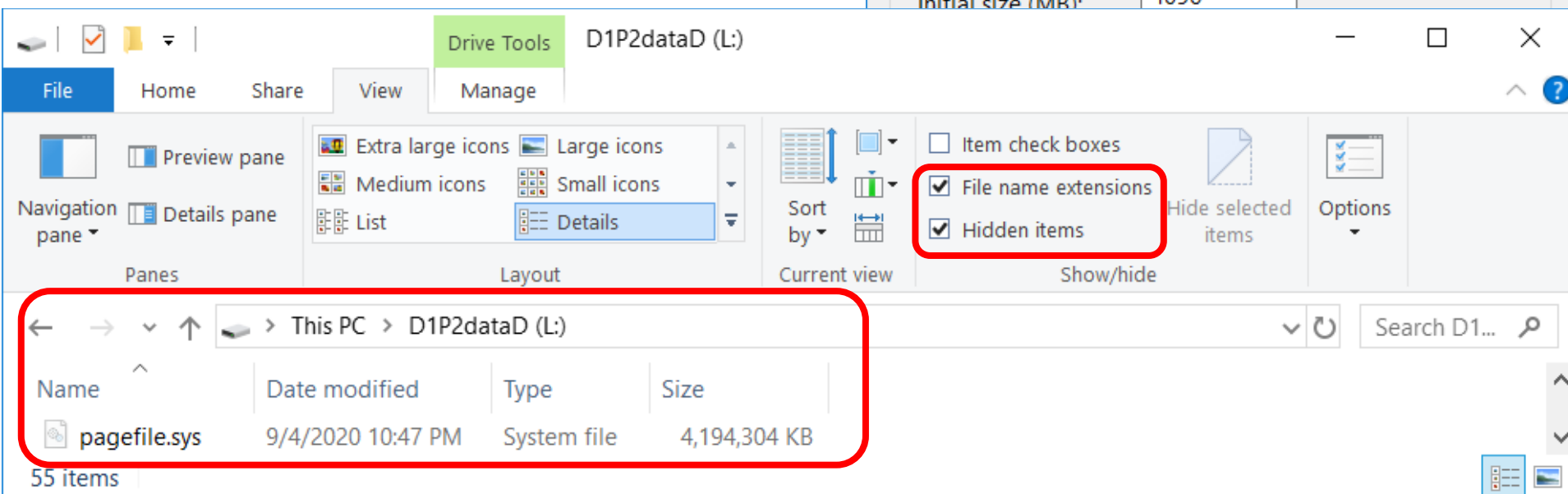
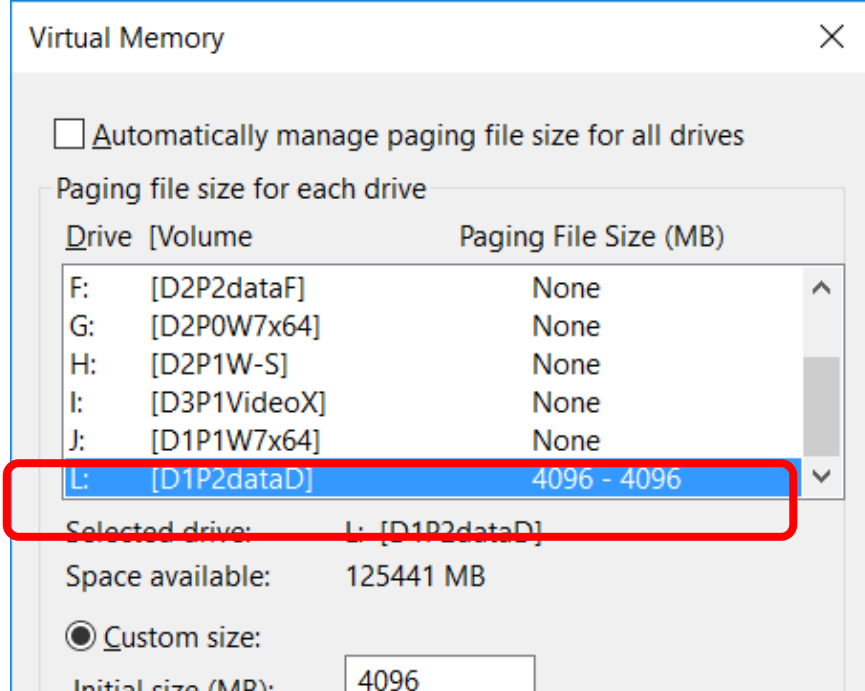
- По каждому сегменту: флаги, права, адрес, длина.
- *Проблема замещения*: какой сегмент сохранить на диск или заместить новым. Правило – *дисциплина замещения*:
  - FIFO (first in - first out) - первый пришел - первый выбывает
  - LRU (least recently used) дольше всего неиспользуемый
  - LFU (least frequently used) реже всего используемый
  - Random - случайный выбор
- Сегментная организация виртуальной памяти использовалась в OS/2 v.1 для i80286
  - Необходима аппаратная поддержка

# Страничная организация памяти

- Память делится на страницы одинакового размера.
- Память разбивается на физические страницы, программа – на виртуальные. Часть виртуальных страниц находится в ОЗУ, часть – на диске.
- Файл подкачки (paging file), или страничный файл, - место на диске. Иногда также называют swap file.
- В ОС UNIX - специальный раздел диска (swap).
  - Физический адрес: (номер физической страницы и смещение).
  - Виртуальный адрес: (номер виртуальной страницы и смещение).
  - *Таблица страниц*: дескриптор (адрес), бит присутствия, доступ (rwx).
- Проблема: *замедление работы* из-за частого обращения к диску:
  - нарастить память
  - меньше параллельных задач
  - изменить дисциплину замещения (ОС)
- Менее требовательные приложения и ОС

# Файл подкачки

- pagefile.sys
  - «страничный файл»
- Скрытый
  - Hidden



# Задание

- Почему файл подкачки Windows называется «страничный файл»?
- Найдите файл подкачки на своём компьютере
- Сравните размер файла с настройками
  - переведите мегабайты в килобайты

# Сегментно-страничная организация виртуальной памяти

- Программа делится на *сегменты*, логически завершённые части.
- *Смещение* от начала сегмента = виртуальная страница + индекс.
- Виртуальный адрес = сегмент + страница + индекс.
- Достоинства:
  - сегменты в памяти целиком - реже подкачка
  - страницы россыпью - меньше фрагментация
- Затраты:
  - таблица дескрипторов сегментов
  - таблицы адресов страниц по сегментам
- Нужна аппаратная поддержка механизма.  
Практически не используется в ПК.

# Управление памятью

- Дополнительные затраты ресурсов
  - Таблица дескрипторов в ОЗУ
  - Машинное время процессора
- «Накладные расходы» при «производстве» вычислений
  - Overhead costs
  - Overheads

# Задание

- Вики
  - Основные расходы
  - Накладные расходы



# DLL

- VMM virtual memory manager - диспетчер виртуальной памяти управляет выделением памяти и подкачкой.
- Сборка в момент загрузки: DLL dynamically loadable library - динамически загружаемая библиотека Win и OS/2. Содержат системные функции или внешние/разделяемые процедуры, загружаются по мере обращения. Используют общее адресное пространство, что приводит к порче кода в памяти. Для совместного использования несколькими программами требуется совместимость на уровне версий библиотек и спецификаций.
- Каждое приложение помещает "разделяемые" модули в C:\WINDOWS\SYSTEM32 – трудности:
- простой запрос - "переписать DLL"? -> конфликт приложений
- Win NT/2000/XP требует для этого привилегий администратора

# Задание

- Вики
  - Динамически подключаемая библиотека
  - Dynamic-link library
- Проводник
  - Поиск файлов по расширению \*.dll
  - Число файлов \*.dll в каталоге C:\WINDOWS\System32

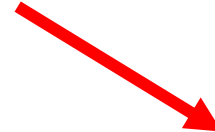
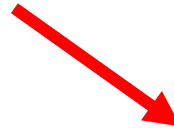
# Задание

- Справка Microsoft
  - <https://support.microsoft.com/ru-ru/help/815065/what-is-a-dll>
- Статья «Как защититься от вредоносной программы Worm.Win32.NeKav.a (eKav)»:
  - <https://support.kaspersky.ru/viruses/protection/3311#block1>

# Rundll32.exe

- Вызов функций из библиотек \*.dll
- Формат вызова:  
rundll32 библиотека, функция аргументы

RUNDLL32 SHELL32.DLL,Control\_RunDLL hotplug.dll



# Извлечение устройства

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

```
Microsoft Windows [Version 10.0.16299.1087]  
(c) 2017 Microsoft Corporation. All rights reserved.
```

```
C:\Users\Valentin>RUNDLL32 SHELL32.DLL,Control_RunDLL hotplug.dll
```

```
C:\Users\Valentin>
```

Safely Remove Hardware



Select the device you want to unplug or eject, and then click Stop. When Windows notifies you that it is safe to do so unplug the device from your computer.

Hardware devices:

- Generic Flash Disk USB Device
- ST2000DM001-1CH164
- ST2000DM001-1CH164
- ST2000DM001-1CH164
- ST2000DM001-1CH164
- TSSTcorp CDDVDW SH-224DB - (K:)

# Настройки даты и времени

```
C:\Users\Valentin>RUNDLL32 SHELL32.DLL,Control_RunDLL TIMEDATE.CPL,@0,1
```

```
C:\Users\Valentin>
```

Date and Time

Date and Time Additional Clocks Internet Time

Additional clocks can display the time in other time zones. You can view them by clicking on or hovering over the taskbar clock.

☐ Show this clock

Select time zone:  
(UTC+05:00) Ekaterinburg

Enter display name:  
Clock 1

☐ Show this clock

Select time zone:  
(UTC+05:00) Ekaterinburg

Enter display name:  
Clock 2

# Задание

- Вики
  - Rundll32.exe
  - Просмотрите статью
  - Запустите в командной строке примеры из статьи