

# Примерни задачи за курс “Операционни системи”, СУ, ФМИ

29 юни 2021 г.

Семинарните упражнения на курса “Операционни системи” разглеждат следните теми, групирани по “Работа в GNU/Linux shell” и “Използване на системни примитиви в програми на C”:

1. Въведение (shell)
2. Файлова система и работа с файлове (shell)
3. Обработка на текст (shell)
4. Процеси (shell)
5. Командни интерпретатори и скриптове (shell)
6. Системни примитиви за вход и изход (C)
7. Системни примитиви за работа с процеси (C)
8. Системни примитиви за работа с pipe-ове (C)

Тук са събрани примерни задачи по различните теми, както и някои теоретични въпроси, с надеждата те да бъдат полезни на студентите при тяхната работа в курса. Очаква се студентите да са разгледали някои по-базови задачи по дадена тема преди да преминат към изложените тук.

# Работа в GNU/Linux shell

*Забележка:* За всички задачи, освен ако не е указано друго, в имената на файловете и директориите няма специални символи. Във файловата система може да съществуват директории, до които нямате достъп.

## Задачи за теми 1,2,3

**Зад. 1 2016-SE-01** Даден е текстов файл с име `philip-j-fry.txt`. Напишете shell script и/или серия от команди, които извеждат броя редове, съдържащи поне една четна цифра и несъдържащи малка латинска буква от `a` до `w`.

Примерно съдържание на файла:

```
123abv123
123zz123
MMU_2.4
```

Примерен изход:

Броят на търсените редове е 2

**Зад. 2 2016-SE-02** Имате текстов файл със следното съдържание (всяка книга е на един ред):

```
1979 г. - „Синият тайфун“ (сборник съветски научнофантастични разкази за морето)
1979 г. - „Двойната звезда“ - Любен Дилов
1979 г. - „Завръщане от звездите“ - Станислав Лем (Превод: Веселин Маринов)
1979 г. - „Среща с Рама“ - Артър Кларк (Превод: Александър Бояджиев)
1979 г. - „Алиби“ - Димитър Пеев (криминален роман)
1979 г. - „Тайнственият триъгълник“ (сборник НФ разкази за морето)
1979 г. - „Второто нашествие на марсианците“ - Аркадий и Борис Стругацки
1979 г. - „Гробищен свят“ - Клифърд Саймък (Превод: Михаил Грънчаров)
1979 г. - „Чоки“ - Джон Уиндъм (Превод: Теодора Давидова)
1979 г. - „Спускане в Маелстръом“ - Едгар Алан По (Превод: Александър Бояджиев)
1980 г. - „Допълнителна примамка“ - Робърт Ф. Йънг (Превод: Искра Иванова, ...)
1980 г. - „Кристалното яйце“ - Хърбърт Уелс (Превод: Борис Миндов, ...)
1980 г. - „Онирофилм“ (сборник италиански НФ разкази) (Превод: Никола Иванов, ...)
```

Напишете shell script (приемащ аргумент име на файл) и серия от команди, които извеждат:

- всеки ред от файла с добавен пореден номер във формат "1. ", "2. ", ... "11. " ...
- махат данните за годината на издаване
- сортират изхода по заглавие (лексикографски, възходящо)

Примерен изход (показани са само първите 4 реда):

```
5. „Алиби“ - Димитър Пеев (криминален роман)
7. „Второто нашествие на марсианците“ - Аркадий и Борис Стругацки
8. „Гробищен свят“ - Клифърд Саймък (Превод: Михаил Грънчаров)
2. „Двойната звезда“ - Любен Дилов
```

**Зад. 3 2017-IN-01** Напишете серия от команди, извеждащи на екрана само броя на всички обекти във файловата система, чиито собственик е текущият потребител.

*Забележка:* Във файловата система със сигурност съществуват директории, до които нямате достъп.

**Зад. 4 2017-IN-02** Напишете серия от команди, които изтриват:

- а) всички файлове в текущата директория и нейните поддиректории, които са с нулева дължина.
- б) 5-е най-големи файла в home директорията на текущия потребител и нейните поддиректории.

**Зад. 5 2017-IN-03** Напишете серия от команди, които от файла `/etc/passwd` да вземат под-низ, състоящ се от втора и трета цифра на факултетния номер на студентите от специалност Информатика, чиито фамилии завършват на "а". Изведете коя комбинация от цифри се среща най-често и коя е тя.

*Примерно съдържание на файла:*

```
s45194:x:1255:502:Elizabet Mihaylova, Inf, k3, g1:/home/Inf/s45194:/bin/bash
s45139:x:1261:502:Vasilena Peycheva:/home/Inf/s45139:/bin/bash
s81257:x:1079:503:Vasilena Nikolova, KN, 2kurs, 5gr:/home/KN/s81257:/bin/bash
s81374:x:1117:503:Ivan Kamburov, KN, 2kurs, 7gr:/home/KN/s81374:/bin/bash
kiril:x:508:500:Kiril Varadinov:/home/kiril:/bin/bash
s61812:x:1128:504:Vladimir Genchev:/home/SI/s61812:/bin/bash
user:x:1000:99:Inactive user just to start UID from 1000:/home/user:/sbin/nologin
s81254:x:1077:503:Mariela Tihova, KN, 2kurs, 5gr:/home/KN/s81254:/bin/bash
s81386:x:1121:503:Daniela Ruseva, KN, 2kurs, 7gr:/home/KN/s81386:/bin/bash
s45216:x:1235:502:Aleksandar Yavashev, Inf, k3, g3:/home/Inf/s45216:/bin/bash
```

*Примерен изход:*

2 51

**Зад. 6 2017-SE-01** Намерете имената на топ 5 файловете в текущата директория с най-много hardlinks.

**Зад. 7 2018-SE-01** Променете правата на всички директории, намиращи се някъде *във* вашата home директория, така че да станат такива, каквито биха се получили, ако ги бяхте създали с маска 0022.

**Зад. 8 2018-SE-02** Напишете серия от команди, извеждащи на екрана *само* inode-а на най-скоро променения (по съдържание) файл, намиращ се в home директорията на потребител pesho (или нейните под-директории), който има повече от едно име.

**Зад. 9 2018-SE-03** При подреждане в нарастващ ред на числовите потребителски идентификатори (UID) на акаунтите, дефинирани в системата, 201-ят акаунт е от групата, запазена за акаунти от специалност СИ.

Изведете списък с имената (име и фамилия) и home директории на всички акаунти от специалност СИ, подреден по факултетен номер.

*За справка:*

```
s61988:x:1219:504:Stoian Genchev,SI,2,5:/home/SI/s61988:/bin/bash
s81430:x:1234:503:Iordan Petkov, KN, k2, g7:/home/KN/s81430:/bin/bash
s61807:x:1248:504:Elica Venchova:/home/SI/s61807:/bin/bash
s62009:x:1254:504:Denitsa Dobрева, 2, 6:/home/SI/s62009:/bin/bash
s61756:x:1258:504:Katrin Kartuleva, SI, 4, 1:/home/SI/s61756:/bin/bash
s855287:x:1195:504:Vaska Kichukova,SI,2,5:/home/SI/s855287:/bin/bash
```

*Примерен изход:*

```
Katrin Kartuleva:/home/SI/s61756
Elica Venchova:/home/SI/s61807
Stoian Genchev:/home/SI/s61988
Denitsa Dobрева:/home/SI/s62009
Vaska Kichukova:/home/SI/s855287
```

**Зад. 10 2019-SE-01** Даден е текстовият файл `planets.txt`, който съдържа информация за гравитационно закръглените обекти в дадена слънчева система. На всеки ред има информация за точно един обект в следните колони, разделени с ' ';':

- име на обекта
- тип на обекта (един знак)

- T - земен тип
- G - газов гигант
- I - леден гигант
- средно разстояние на обекта до локалната звезда
- маса на обекта (относителна величина)
- обем на обекта (относителна величина)
- плътност ( $g/cm^3$ )
- средна орбитална скорост ( $km/s$ )

Първият ред във файла е header, който описва имената на колоните.

Данните за обектите не са сортирани.

Намерете и изведете разделени с таб името и масата на обекта, който е **едновременно**:

- най-близкият до локалната звезда
- от същия тип като типа на най-далечният до локалната звезда обект

*Примерен входен файл:*

```
name;type;distance;mass;volume;density;speed
earth;T;1.00000011;1;1;5.52;29.7859
mars;T;1.52366231;0.107;0.151;3.94;24.1309
saturn;G;9.53707032;95;763.62;0.7;9.6724
mercury;T;0.38709893;0.055;0.056;5.43;47.8725
venus;T;0.72333199;0.815;0.857;5.24;35.0214
jupiter;G;5.20336301;318;1321.3;1.33;13.0697
neptune;I;30.06896348;17;57.747;1.76;5.4778
uranus;I;19.19126393;14.5;63.102;1.3;6.8352
```

**Зад. 11 2019-SE-02** Вие сте асистент по ОС. На първото упражнение казвате на студентите да си напишат данните на лист, взимате го и им правите акаунти. След упражнението обаче, забравяте да вземете листа със себе си - сещате се половин час по-късно, когато трябва да въведете имената на студентите в таблица, но за зла беда в стаята вече няма ни помен от листа (вероятно иззет от спешния отряд на GDPR-полицията)

Сещате се, че в началото на упражнението UNIX-часовникът е показвал 1551168000, а в края 1551176100.

Напишете команда, която изкарва разделени с таб факултетните номера и имената на потребителите от специалност СИ, чиито home директории са променили статуса си (status change time) в зададения времеви интервал.

Приемете, че всички потребители от СИ имат home директории под /home/SI.

*Примерен изход:*

```
62198  Ivaylo Georgiev
62126  Victoria Georgieva
62009  Denitsa Dobрева
62208  Trayana Nedelcheva
```

*Няколко реда от /etc/passwd за справка:*

```
s62136:x:1302:503:Alexander Ignatov, SI, 2, 2:/home/KN/s62136:/bin/bash
s62171:x:1031:504:Deivid Metanov:/home/SI/s62171:/bin/bash
s62126:x:1016:504:Victoria Georgieva:/home/SI/s62126:/bin/bash
s62009:x:1170:504:Denitsa Dobрева,SI,3,3:/home/SI/s62009:/bin/bash
s62196:x:1221:504:Elena Tuparova,SI,2,1:/home/SI/s62196:/bin/bash
```

**Зад. 12 2019-SE-03** От всички файлове в home директорията на потребителя velin, изведете дълбочината на файл, който:

- има същия inode като този на най-скоро променения файл сред тях

- има минимална дълбочина

*Пояснение* Под "дълбочина" да се разбира дълбочина в дървото на файловата система: например файлът `/foo/bar/baz` има дълбочина 3.

**Зад. 13 2020-SE-01** За всички файлове, които (едновременно):

- се намират някъде във вашата home директория;
- имат права, каквито биха имали, ако ги бяхте създали с маска 0022

променете правата им така, че group owner-а на файла да има право да пише в него.

**Зад. 14 2020-SE-02** Даден е текстовият файл `spacex.txt`, който съдържа информация за полети на ракети на SpaceX. На всеки ред има информация за един такъв полет в следните колони, разделени с вертикална черта '|':

- дата на полета в UNIX формат
- космодрум
- успешност на полета (две възможни стойности)
  - **Success** - успешен полет
  - **Failure** - неуспешен полет
- полезен товар

Първият ред във файла е header, който описва имената на колоните. Данните във файла не са сортирани.

Намерете и изведете разделени с двоеточие (':') успешността и информацията за полезния товар на най-скорошния полет, който е изстрелян от космодрума с най-много неуспешни полети.

*Примерен входен файл:*

```
date|launch site|outcome|payload
1291759200|CCAFS|Success|Dragon demo flight and cheese
1435438800|CCAFS|Failure|SpaceX CRS-7
1275666300|CCAFS|Success|Dragon Spacecraft Qualification Unit
1452981600|VAFB|Success|Jason-3
1498165200|KSC|Success|BulgariaSat-1
1473454800|CCAFS|Failure|Amos-6
1517868000|KSC|Success|Elon Musk's Tesla
1405285200|CCAFS|Success|Orbcomm
```

## Задачи за теми 1,2,3,4,5

**Зад. 15 2016-SE-01** Напишете shell скрипт, който по подаден един позиционен параметър, ако този параметър е директория, намира всички symlink-ове в нея и под-директориите ѝ с несъществуващ destination.

**Зад. 16 2016-SE-02** Напишете shell скрипт, който приема един позиционен параметър - число. Ако скриптът се изпълнява като root, да извежда обобщена информация за общото количество активна памет (*RSS - resident set size, non-swapped physical memory that a task has used*) на процесите на всеки потребител. Ако за някой потребител обобщеното число надвишава подадения параметър, да изпраща подходящи сигнали за прекратяване на процеса с най-много активна памет на потребителя.

*Забележка:* Приемаме, че изхода в колоната *RSS* е число в същата мерна единица, като числото, подадено като аргумент. Примерен формат:

USER	PID	%CPU	%MEM	VSZ	RSS	TTY	STAT	START	TIME	COMMAND
root	1	0.0	0.0	15816	1884	?	Ss	May12	0:03	init [2]
root	2	0.0	0.0	0	0	?	S	May12	0:00	[kthreadd]
root	3	0.0	0.0	0	0	?	S	May12	0:02	[ksoftirqd/0]

*Забележка:* Алтернативно може да ползвате изхода от `ps -e -o uid,pid,rss`

**Зад. 17 2016-SE-03** Напишете shell скрипт който, ако се изпълнява от root, проверява кои потребители на системата нямат homedir или не могат да пишат в него.

*Примерен формат:*

```
root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
bin:x:2:2:bin:/bin:/usr/sbin/nologin
```

**Зад. 18 2016-SE-03** В текущата директория има само обикновени файлове (без директории). Да се напише bash script, който приема 2 позиционни параметъра – числа, които мести файловете от текущата директория към нови директории (a, b и c, които трябва да бъдат създадени), като определен файл се мести към директория 'a', само ако той има по-малко редове от първи позиционен параметър, мести към директория 'b', ако редове са между първи и втори позиционен параметър и в 'c' в останалите случаи.

**Зад. 19 2016-SE-04** Файловете във вашата home директория съдържат информация за музикални албуми и имат специфична структура. Началото на всеки ред е годината на издаване на албума, а непосредствено, след началото на всеки ред следва името на изпълителя на песента. Имената на файловете се състоят от една дума, която съвпада с името на изпълнителя.

Примерно съдържание на файл с име "Bonnie":

```
2005г. Bonnie - "God Was in the Water" (Randall Bramblett, Davis Causey) - 5:17
2005г. Bonnie - "Love on One Condition" (Jon Cleary) - 3:43
2005г. Bonnie - "So Close" (Tony Arata, George Marinelli, Pete Wasner) - 3:22
2005г. Bonnie - "Trinkets" (Emory Joseph) - 5:02
2005г. Bonnie - "Crooked Crown" (David Batteau, Maia Sharp) - 3:49
2005г. Bonnie - "Unnecessarily Mercenary" (Jon Cleary) - 3:51
2005г. Bonnie - "I Will Not Be Broken" - "Deep Water" (John Capek, Marc Jordan) - 3:58
```

Да се състави процедура на bash приемаща два параметъра, които са имена на файлове от вашата home директория. Скриптът сравнява, кой от двата файла има повече на брой редове, съдържащи неговото име (на файла). За файлът победител изпълнете следните действия:

- извлекете съдържанието му, без годината на издаване на албума и без името на изпълнителя
- сортирайте лексикографски извлеченото съдържание и го запишете във файл с име 'изпълнител.songs'

Примерен изходен файл (с име Bonnie.songs):

```
"Crooked Crown" (David Batteau, Maia Sharp) - 3:49
"God Was in the Water" (Randall Bramblett, Davis Causey) - 5:17
"I Will Not Be Broken" - "Deep Water" (John Capek, Marc Jordan) - 3:58
"Love on One Condition" (Jon Cleary) - 3:43
"So Close" (Tony Arata, George Marinelli, Pete Wasner) - 3:22
"Trinkets" (Emory Joseph) - 5:02
"Unnecessarily Mercenary" (Jon Cleary) - 3:51
```

**Зад. 20 2017-IN-01** Напишете скрипт, който приема три задължителни позиционни аргумента:

- име на файл
- *низ1*
- *низ2*

Файлът е текстови, и съдържа редове във формат:

*ключ=стойност*

където *стойност* може да бъде:

- празен низ, т.е. редът е *ключ=*
- низ, състоящ се от един или повече термове, разделени с интервали, т.е., редът е *ключ=t<sub>1</sub> t<sub>2</sub> t<sub>3</sub>*

Някъде във файла:

- се съдържа един ред с *ключ* първия подаден низ (*низ1*);
- и може да се съдържа един ред с *ключ* втория подаден низ (*низ2*).

Скриптът трябва да променя реда с *ключ* *низ2* така, че обединението на термовете на редовете с ключове *низ1* и *низ2* да включва всеки терм еднократно.

Примерен входен файл:

```
$ cat z1.txt
FOO=73
BAR=42
BAZ=
ENABLED_OPTIONS=a b c d
ENABLED_OPTIONS_EXTRA=c e f
```

Примерно извикване:

```
$ ./a.sh z1.txt ENABLED_OPTIONS ENABLED_OPTIONS_EXTRA
```

Изходен файл:

```
$ cat z1.txt
FOO=73
BAR=42
BAZ=
ENABLED_OPTIONS=a b c d
ENABLED_OPTIONS_EXTRA=e f
```

**Зад. 21 2017-IN-02** Напишете скрипт, който приема задължителен позиционен аргумент - име на потребител *FOO*. Ако скриптът се изпълнява от *root*:

- да извежда имената на потребителите, които имат повече на брой процеси от *FOO*, ако има такива;
- да извежда средното време (в секунди), за което са работили процесите на всички потребители на системата (TIME, във формат *HH:MM:SS*);
- ако съществуват процеси на *FOO*, които са работили над два пъти повече от средното време, скриптът да прекратява изпълнението им по подходящ начин.

За справка:

```
$ ps -e -o user,pid,%cpu,%mem,vsz,rss,tty,stat,time,command | head -5
USER      PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT    TIME COMMAND
root         1  0.0  0.0  15820  1920 ?        Ss     00:00:05 init [2]
root         2  0.0  0.0     0     0 ?        S       00:00:00 [kthreadd]
root         3  0.0  0.0     0     0 ?        S       00:00:01 [ksoftirqd/0]
root         5  0.0  0.0     0     0 ?        S<      00:00:00 [kworker/0:0H]
```

**Зад. 22 2017-IN-03** Напишете скрипт, който извежда името на потребителския акаунт, в чиято *home* директория има най-скоро променен обикновен файл и кой е този файл. Напишете скрипта с подходящите проверки, така че да бъде валиден инструмент.

**Зад. 23 2017-SE-01** Напишете скрипт, който получава задължителен първи позиционен параметър – директория и незадължителен втори – число. Скриптът трябва да проверява подадената директория и нейните под-директории и да извежда имената на:

- при подаден на скрипта втори параметър – всички файлове с брой *hardlink*-ове поне равен на параметъра;
- при липса на втори параметър – всички *symlink*-ове с несъществуващ *destination* (счупени *symlink*-ове).

*Забележка:* За удобство приемаме, че ако има подаден втори параметър, то той е число.

**Зад. 24 2017-SE-02** Напишете скрипт, който приема три задължителни позиционни параметра - директория *SRC*, директория *DST* (която не трябва да съдържа файлове) и низ *ABC*. Ако скриптът се изпълнява от *root* потребителя, то той трябва да намира всички файлове в директорията *SRC* и нейните под-директории, които имат в името си като под-низ *ABC*, и да ги мести в директорията *DST*, запазвайки директориината структура (но без да запазва мета-данни като собственик и права, т.е. не ни интересуват тези параметри на новите директории, които скриптът би генерирал в *DST*).

Пример:

- в *SRC* (/src) има следните файлове:

```
/src/foof.txt
/src/1/bar.txt
/src/1/foo.txt
/src/2/1/foobar.txt
/src/2/3/barf.txt
```

- *DST* (/dst) е празна директория
- зададения низ е foo

Резултат:

- в *SRC* има следните файлове:

```
/src/1/bar.txt
/src/2/3/barf.txt
```

- в *DST* има следните файлове:

```
/dst/foof.txt
/dst/1/foo.txt
/dst/2/1/foobar.txt
```

**Зад. 25 2017-SE-03** Напишете скрипт, който ако се изпълнява от root потребителя:

- извежда обобщена информация за броя и общото количество активна памет (*RSS - resident set size, non-swaped physical memory that a task has used*) на текущите процеси на всеки потребител;
- ако процесът с най-голяма активна памет на даден потребител използва два пъти повече памет от средното за потребителя, то скриптът да прекратява изпълнението му по подходящ начин.

За справка:

```
$ ps aux | head -3
USER      PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root         1  0.0  0.0  15820  1052 ?        Ss   Apr21    0:06 init [2]
root         2  0.0  0.0      0     0 ?        S    Apr21    0:00 [kthreadd]
root         3  0.0  0.0      0     0 ?        S    Apr21    0:02 [ksoftirqd/0]
root         5  0.0  0.0      0     0 ?        S<   Apr21    0:00 [kworker/0:0H]
```

Алтернативно, може да ползвате изхода от `ps -e -o uid,pid,rss`

**Зад. 26 2017-SE-04** Напишете shell script, който получава задължителен първи позиционен параметър – директория и незадължителен втори – име на файл. Скриптът трябва да намира в подадената директория и нейните под-директории всички symlink-ове и да извежда (при подаден аргумент файл – добавяйки към файла, а ако не е – на стандартния изход) за тях следната информация:

- ако destination-а съществува – *името на symlink-a -> името на destination-a*;
- броя на symlink-овете, чийто destination не съществува.

Примерен изход:

```
lbaz -> /foo/bar/baz
lqux -> ../../../qux
lquux -> /foo/quux
Broken symlinks: 34
```

**Зад. 27 2017-SE-05** Напишете скрипт, който получава два задължителни позиционни параметъра – директория и низ. Сред файловете в директорията би могло да има такива, чиито имена имат структура *vmlinux-x.y.z-arch* където:

- vmlinux* е константен низ;
- тиретата “-” и точките “.” присъстват задължително;
- x* е число, version;
- y* е число, major revision;
- z* е число, minor revision;



- наредената тройка *x.y.z* формира глобалната версия на ядрото;
- *arch* е низ, архитектура (платформа) за която е съответното ядро.

Скриптът трябва да извежда само името на файла, намиращ се в подадената директория (но не и нейните поддиректории), който:

- спазва гореописаната структура;
- е от съответната архитектура спрямо параметъра-низ, подаден на скрипта;
- има най-голяма глобална версия.

Пример:

- Съдържание на `./kern/`:

```

vmlinuz-3.4.113-amd64
vmlinuz-4.11.12-amd64
vmlinuz-4.12.4-amd64
vmlinuz-4.19.1-i386

```

- Извикване и изход:

```

$ ./task1.sh ./kern/ amd64
vmlinuz-4.12.4-amd64

```

**Зад. 28 2017-SE-06** Напишете скрипт, който ако се изпълнява от root потребителя, намира процесите на потребителите, които не са root потребителя и е изпълнено поне едно от следните неща:

- имат зададена несъществуваща home директория;
- не са собственици на home директорията си;
- собственика на директорията не може да пише в нея.

Ако общото количество активна памет (*RSS - resident set size, non-swaped physical memory that a task has used*) на процесите на даден такъв потребител е по-голямо от общото количество активна памет на root потребителя, то скриптът да прекратява изпълнението на всички процеси на потребителя.

За справка:

```

$ ps aux | head -3
USER      PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root         1   0.0   0.0  15820  1052 ?        Ss   Apr21   0:06 init [2]
root         2   0.0   0.0     0     0 ?        S    Apr21   0:00 [kthreadd]
root         3   0.0   0.0     0     0 ?        S    Apr21   0:02 [ksoftirqd/0]
root         5   0.0   0.0     0     0 ?        S<   Apr21   0:00 [kworker/0:0H]

```

Алтернативно, може да ползвате изхода от `ps -e -o uid,pid,rss`

```

root:x:0:0:root:/root:/bin/bash
daemon:x:1:1:daemon:/usr/sbin:/usr/sbin/nologin
s61934:x:1177:504:Mariq Cholakova:/home/SI/s61934:/bin/bash

```

**Зад. 29 2018-SE-01** Нека съществува програма за моментна комуникация (Instant messaging), която записва логове на разговорите в следния формат:

- има определена директория за логове (*LOGDIR*)
- в нея има директориенна структура от следния вид:  
*LOGDIR/протокол/акаунт/приятел/*  
като на всяко ниво може да има няколко екземпляра от съответния вид, т.е. няколко директории *протокол*, във всяка от тях може да има няколко директории *акаунт*, и във всяка от тях – няколко директории *приятел*
- във всяка от директориите *приятел* може да има файлове с имена от вида *yyyy-mm-dd-hh-mm-ss.txt* – година-месец-ден и т.н., спрямо това кога е започнал даден разговор
- всеки такъв файл представлява лог на даден разговор със съответния приятел, като всяка разменена реплика между вас е на отделен ред
- даден идентификатор *приятел* може да се среща няколко пъти в структурата (напр. през различни ваши акаунти сте водили разговори със същия приятел)

Напишете скрипт, който приема задължителен позиционен аргумент - име на лог директория (*LOGDIR*). Скриптът трябва да извежда десетимата приятели, с които имате най-много редове комуникация глобално (без значение протокол и акаунт), и колко реда имате с всеки от тях. Опишете в коментар как работи алгоритъмът ви.

**Зад. 30 2018-SE-02** Напишете скрипт, който приема два позиционни аргумента – име на текстови файл и директория. Директорията не трябва да съдържа обекти, а текстовият файл (US-ASCII) е стенограма и всеки ред е в следния формат:

ИМЕ ФАМИЛИЯ (уточнения): Реплика

където:

- ИМЕ ФАМИЛИЯ присъстват задължително;
- ИМЕ и ФАМИЛИЯ се състоят само от малки/главни латински букви и тирета;
- (уточнения) не е задължително да присъстват;
- двоеточието ':' присъства задължително;
- Репликата не съдържа знаци за нов ред;
- в стринга преди двоеточието ':' задължително има поне един интервал между ИМЕ и ФАМИЛИЯ;
- наличието на други интервали където и да е на реда е недефинирано.

Примерен входен файл:

```
John Lennon (The Beatles): Time you enjoy wasting, was not wasted.
Roger Waters: I'm in competition with myself and I'm losing.
John Lennon:Reality leaves a lot to the imagination.
Leonard Cohen:There is a crack in everything, that's how the light gets in.
```

Скриптът трябва да:

- създава текстови файл `dict.txt` в посочената директория, който на всеки ред да съдържа:  
ИМЕ ФАМИЛИЯ;НОМЕР  
където:
  - ИМЕ ФАМИЛИЯ е уникален участник в стенограмата (без да се отчитат уточненията);
  - НОМЕР е уникален номер на този участник, избран от вас.
- създава файл `НОМЕР.txt` в посочената директория, който съдържа всички (и само) редовете на дадения участник.

**Зад. 31 2018-SE-03** Напишете скрипт, който приема два позиционни аргумента – имена на текстови файлове в CSV формат:

```
8,foo,bar,baz
2,quz,,foo
12,1,3,foo
3,foo,,
5,,bar,
7,,,
4,foo,bar,baz
```

Валидни са следните условия:

- CSV файловете представляват таблица, като всеки ред на таблицата е записан на отделен ред;
- на даден ред всяко поле (колона) е разделено от останалите със запетая;
- броят на полетата на всеки ред е константа;
- в полетата не може да присъства запетая, т.е., запетаята винаги е разделител между полета;
- ако във файла присъстват интервали, то това са данни от дадено поле;
- първото поле на всеки ред е число, което представлява идентификатор на реда (ID).

Примерно извикване: `./foo.sh a.csv b.csv`

Скриптът трябва да чете `a.csv` и на негова база да създава `b.csv` по следния начин:

- някои редове във файла се различават само по колоната ID, и за тях казваме, че формират множество  $A_i$
- за всяко такова множество  $A_i$  да се оставя само един ред - този, с най-малка стойност на ID-то;
- редовете, които не са членове в някое множество  $A_i$  се записват в изходния файл без промяна.

**Зад. 32 2019-SE-01** Напишете два скрипта (по един за всяка подточка), които четат редове от STDIN. Скриптовете трябва да обработват само редовете, които съдържат цели положителни или отрицателни числа; останалите редове се игнорират. Скриптовете трябва да извежда на STDOUT:

- а) всички уникални числа, чиято абсолютна стойност е равна на максималната абсолютна стойност сред всички числа
- б) всички най-малки уникални числа от тези, които имат максимална сума на цифрите си

*Примерен вход:*

```
We don't
n11d n0
educat10n
12.3
6
33
-42
-42
111
111
-111
```

*Примерен изход за а):*

```
-111
111
```

*Примерен изход за б):*

```
-42
```

**Зад. 33 2019-SE-02** Напишете шел скрипт, който приема множество параметри. Общ вид на извикване:

```
./foo.sh [-n N] FILE1...
```

В общия случай параметрите се третираат като имена на (.log) файлове, които трябва да бъдат обработени от скрипта, със следното изключение: ако първият параметър е стрингът **-n**, то вторият параметър е число, дефиниращо стойност на променливата **N**, която ще ползваме в скрипта. Въвеждаме понятието *идентификатор на файл* (ИДФ), което се състои от името на даден файл без разширението .log. За удобство приемаме, че скриптът:

- ще бъде извикван с аргументи имена на файлове, винаги завършващи на .log
- няма да бъде извикван с аргументи имена на файлове с еднакъв ИДФ.

Лог файловете са текстови, като всеки ред има следния формат:

- време: timestamp във формат YYYY-MM-DD HH:MM:SS
- интервал
- данни: поредица от символи с произволна дължина

За удобство приемаме, че редовете във всеки файл са сортирани по време възходящо.

*Примерно съдържание на даден лог файл:*

```
2019-05-05 06:26:54 orthanc rsyslogd: rsyslogd was HUPed
2019-05-06 06:30:32 orthanc rsyslogd: rsyslogd was HUPed
2019-05-06 10:48:29 orthanc kernel: [1725379.728871] Chrome_~dThread[876]: segfault
```

Скриптът трябва да извежда на STDOUT последните **N** реда (ако **N** не е дефинирано - 10 реда) от всеки файл, в следния формат:

- timestamp във формат YYYY-MM-DD HH:MM:SS
- интервал
- ИДФ
- интервал
- данни

Изходът трябва да бъде глобално сортиран по време възходящо.

**Зад. 34 2019-SE-03** За удобство приемаме, че разполагате със системен инструмент sha256sum, който приема аргументи имена на файлове като за всеки файл пресмята и извежда уникална хеш стойност, базирана на съдържанието на файла. Изходът от инструмента е текстови, по един ред за всеки подаден като аргумент файл, в следния формат:

- хеш стойност с дължина точно 64 знака
- два интервала
- име на файл

*Примерна употреба и изход:*

```
$ sha256sum /var/log/syslog /var/log/user.log README.md
b2ff8bd882a501f71a144b7c678e3a6bc6764ac48eb1876fb5d11aac11014b78 /var/log/syslog
e3b0c44298fc1c149afb4c8996fb92427ae41e4649b934ca495991b7852b855 /var/log/user.log
e4702d8044b7020af5129fc69d77115fd4306715bd678ba4bef518b2edf01fb9 README.md
```

Напишете скрипт, който приема задължителен параметър име на директория (ДИР1). Някъде в директорията ДИР1 може да съществуват архивни файлове с имена NAME\_report-TIMESTAMP.tgz, където:

- NAME е низ, който не съдържа символ '\_'
- TIMESTAMP е във формат Unix time (POSIX time/UNIX Epoch time)

На всяко пускане на скрипта се обработват само новосъздадените или модифицираните по съдържание спрямо предното пускане на скрипта архивни файлове от горния тип. За всеки такъв архивен файл се изпълнява следното:

- ако архивният файл съдържа файл с име meow.txt, то този текстови файл да бъде записан под името /extracted/NAME\_TIMESTAMP.txt, където NAME и TIMESTAMP са съответните стойности от името на архивния файл.

**Зад. 35 2020-SE-01** Напишете shell скрипт, който получава два задължителни позиционни параметъра - име на файл (bar.csv) и име на директория. Директорията може да съдържа текстови файлове с имена от вида foobar.log, всеки от които има съдържание от следния вид:

*Пример 1 (loz-gw.log):*

Licensed features for this platform:

```
Maximum Physical Interfaces    : 8
VLANs                          : 20
Inside Hosts                  : Unlimited
Failover                      : Active/Standby
VPN-3DES-AES                  : Enabled
*Total VPN Peers              : 25
VLAN Trunk Ports              : 8
```

This platform has an ASA 5505 Security Plus license.

Serial Number: JMX00000000

Running Activation Key: 0e268e0c

*Пример 2 (border-lozenets.log):*

Licensed features for this platform:

```

Maximum Physical Interfaces    : 4
VLANs                        : 16
Inside Hosts                  : Unlimited
Failover                      : Active/Active
VPN-3DES-AES                  : Disabled
*Total VPN Peers              : 16
VLAN Trunk Ports              : 4

```

This platform has a PIX 535 license.

Serial Number: PIX5350007

Running Activation Key: 0xd11b3d48

Имената на лог файловете (loz-gw, border-lozenets) определят даден hostname, а съдържанието им дава детайли за определени параметри на съответният хост.

Файлът bar.csv, който трябва да се генерира от вашия скрипт, е т.н. CSV (comma separated values) файл, тоест текстови файл - таблица, на който полетата на всеки ред са разделени със запетая. Първият ред се ползва за определяне на имената на колоните.

Скриптът трябва да създава файла bar.csv на база на лог файловете в директорията. Генерираният CSV файл от директория, която съдържа само loz-gw.log и border-lozenets.log би изглеждал така:

```

hostname,phy,vlans,hosts,failover,VPN-3DES-AES,peers,VLAN Trunk Ports,license,SN,key
loz-gw,8,20,Unlimited,Active/Standby,Enabled,25,8,ASA 5505 Security Plus,JMX00000000,0e268e0c
border-lozenets,4,16,Unlimited,Active/Active,Disabled,16,4,PIX 535,PIX5350007,0xd11b3d48

```

Полетата в генерирания от скрипта CSV файл не трябва да съдържат излишни trailing/leading интервали. За улеснение, приемерте, че всички whitespace символи във входните файлове са символа "интервал".

**Зад. 36 2020-SE-02** Напишете shell скрипт, който приема задължителен параметър - име на файл. Файлът е log файл на HTTP сървър, в който се записват всички получени от сървъра request-и, които клиентите са изпратили. Файлът е текстови, като на всеки ред има информация от следния вид:

```

35.223.122.181 dir.bg - [03/Apr/2020:17:25:06 -0500] GET / HTTP/1.1 302 0 "-" "Zend_Http_Client"
94.228.82.170 del.bg - [03/Apr/2020:17:25:06 -0500] POST /auth HTTP/2.0 400 153 "foo bar" "<UA>"

```

Всеки ред на файла се състои от полета, разделени с интервал. Описание на полетата с пример спрямо първият ред от горните:

- адрес на клиент - 35.223.122.181
- име на виртуален хост (сайт) - dir.bg
- име на потребител - -
- timestamp на заявката - [03/Apr/2020:17:25:06 -0500]
- заявка - GET / HTTP/1.1 - състои се от три компонента, разделени с интервал: метод на заявката (за удобство приемаме, че може да има само GET и POST заявки), ресурсен идентификатор, и протокол (приемаме, че може да има само HTTP/1.0, HTTP/1.1 и HTTP/2.0 протоколи)
- код за статус на заявката - 302
- брой байтове - 0
- referer - "-" - ограден в двойни кавички, подава се от HTTP клиента, произволен низ
- user agent - "Zend\_Http\_Client" - ограден в двойни кавички, подава се от HTTP клиента, произволен низ

За всеки от top 3 сайта, към които има най-много заявки, скриптът трябва да изведе в долният формат:

- брой на HTTP/2.0 заявките
- брой на не-HTTP/2.0 заявките

- top 5 клиента, направили най-много заявки, завършили с код, по-голям от 302 (и броя на съответните им заявки)

```
dir.bg HTTP/2.0: 0 non-HTTP/2.0: 5
del.bg HTTP/2.0: 5 non-HTTP/2.0: 0
    5 94.228.82.170
    2 34.73.112.204
    1 185.217.0.138
```

**Зад. 37 2020-SE-03** Под *пакет* ще разбираме директория, която има следната структура:

```
<name>
|-- version
|-- tree
| ...
```

Където *<name>* е името на пакета, *version* е текстов файл, който съдържа низ от вида 1.2.3-4 и нищо друго, а *tree* е директория с произволно съдържание.

За да получим *архив на пакет*, архивираме (*tar*) и компресиране (*xz*) съдържанието на директорията *tree*.

Под *хранилище* ще разбираме директория, която има следната структура:

```
<repo name>
|-- db
|-- packages
| ...
```

Където *<repo name>* е името на хранилището, *db* е текстов файл, чиито редове имат вида *<package name>-<package version> <package checksum>* и са сортирани лексикографски. Директорията *packages* съдържа архиви с имена *<package checksum>.tar.xz*, които съответстват на редове в *db*. Под *<package checksum>* имаме предвид *sha256* сумата на архива на пакета.

Напишете скрипт *repo\_add.sh*, който приема два аргумента - път до хранилище и път до пакет, който добавя пакета в хранилището. Ако същата версия на пакет вече съществува, архивът се заменя с новата версия. В противен случай, новата версия се добавя заедно с другите.

*Заб: Първо си проектирайте общия алгоритъм на работа.*

Примерно хранилище:

```
myrepo
|-- db
|-- packages
    |-- 6e3549438bc246b86961b2e8c3469321ca22eabd0a6c487d086de7a43a0ef766.tar.xz
    |-- 66b28e48161ba01ae25433b9ac4086a83b14d2ee49a62f2659c96514680ab6e8.tar.xz
    |-- 99c934ad80bd9e49125523c414161e82716b292d4ed2f16bb977d6db7e13d9bc.tar.xz
```

Със съдържание на *db*:

```
glibc-2.31-2 6e3549438bc246b86961b2e8c3469321ca22eabd0a6c487d086de7a43a0ef766
zlib-1.1.15-8 66b28e48161ba01ae25433b9ac4086a83b14d2ee49a62f2659c96514680ab6e8
zlib-1.2.11-4 99c934ad80bd9e49125523c414161e82716b292d4ed2f16bb977d6db7e13d9bc
```

Примерен пакет:

```
zlib
|-- version          # contains '1.2.11-3'
|-- tree
| ...
```

Съдържание на хранилището след изпълнение на `./repo-add.sh myrepo zlib`

```
myrepo
|-- db
|-- packages
    |-- 6e3549438bc246b86961b2e8c3469321ca22eabd0a6c487d086de7a43a0ef766.tar.xz
    |-- 66b28e48161ba01ae25433b9ac4086a83b14d2ee49a62f2659c96514680ab6e8.tar.xz
    |-- b839547ee0aed82c74a37d4129382f1bd6fde85f97c07c5b705eeb6c6d69f162.tar.xz
    |-- 99c934ad80bd9e49125523c414161e82716b292d4ed2f16bb977d6db7e13d9bc.tar.xz
```

Със съдържание на `db`:

```
glibc-2.31-2 6e3549438bc246b86961b2e8c3469321ca22eabd0a6c487d086de7a43a0ef766
zlib-1.1.15-8 66b28e48161ba01ae25433b9ac4086a83b14d2ee49a62f2659c96514680ab6e8
zlib-1.2.11-3 b839547ee0aed82c74a37d4129382f1bd6fde85f97c07c5b705eeb6c6d69f162
zlib-1.2.11-4 99c934ad80bd9e49125523c414161e82716b292d4ed2f16bb977d6db7e13d9bc
```

**Зад. 38 2020-SE-04** Напишете скрипт, който приема два аргумента - имена на директории. Първата (*SRC*) съществува, докато втората (*DST*) трябва да бъде създадена от скрипта. Директорията *SRC* и нейните поддиректории може да съдържат файлове, чиито имена завършат на `.jpg`. Имената на файловете може да съдържат интервали, както и поднизове, оградени със скоби, например:

```
A single (very ugly) tree (Outdoor treks) 2.jpg
Falcons.jpg
Gorgonzola (cheese).jpg
Leeches (two different ones) (Outdoor treks).jpg
Pom Pom Pom.jpg
```

За даден низ ще казваме, че е *почистен*, ако от него са премахнати leading и trailing интервалите и всички последователни интервали са сведени до един.

За всеки файл дефинираме следните атрибути:

- *заглавие* - частта от името преди `.jpg`, без елементи оградени в скоби, почистен. Примери:

```
A single tree 2
Falcons
Gorgonzola
Leeches
Pom Pom Pom
```

- *албум* - последният елемент от името, който е бил ограден в скоби, почистен. Ако *албум* е празен стринг, ползваме стойност по подразбиране `misc`. Примери:

```
Outdoor treks
misc
cheese
Outdoor treks
misc
```

- *дата* - времето на последна модификация на съдържанието на файла, във формат `YYYY-MM-DD`
- *хеш* - първите 16 символа от `sha256` сумата на файла. *Забележка: приемаме, че в тази идеална вселена първите 16 символа от `sha256` сумата са уникални за всеки файл от тези, които ще се наложи да обработваме.*

Скриптът трябва да създава в директория *DST* необходимата структура от под-директории, файлове и symlink-ове, така че да са изпълнени следните условия за всеки файл от *SRC*:

- *DST/images/хеш.jpg* - копие на съответния файл
- следните обекти са относителни symlink-ове към *хеш.jpg*:
  - *DST/by-date/дата/by-album/албум/by-title/заглавие.jpg*

- *DST/by-date/дата/by-title/заглавие.jpg*
- *DST/by-album/албум/by-date/дата/by-title/заглавие.jpg*
- *DST/by-album/албум/by-title/заглавие.jpg*
- *DST/by-title/заглавие.jpg*

**Зад. 39 2020-SE-05** Напишете shell скрипт, който приема 3 позиционни аргумента – две имена на файлове и име на директория. Примерно извикване:

```
$ ./foo.sh foo.pwd config.cfg cfgdir/
```

В директорията `cfgdir/` и нейните под-директории може да има файлове с имена завършващи на `.cfg`. За да са *валидни*, тези файлове трябва да съдържат редове само в следните формати (редовете започващи с `#` са коментари):

```
# internal laboratory
{ no-production };

{ volatile };

# meow configs
{ run-all; };
```

Във файла `foo.pwd` има описани потребителски имена (`username`) и MD5 хеш суми на паролите им, с по един запис на ред, в следният формат:

```
username:password_hash
```

Също така, разполагате с команда `pwgen`, която генерира и извежда на `STDOUT` случайни пароли, и знаете, че поддържа следните два аргумента:

```
$ pwgen [ password_length ] [ number_of_passwords ]
```

Вашият скрипт трябва да валидира `cfg` файловете в директорията, и за тези, които не са валидни, да извежда на `STDOUT` името на файла и номерирани редовете, които имат проблем, в следния формат:

```
Error in filename.cfg:
Line 1:XXXX
Line 37:YYYY
```

където `XXXX` и `YYYY` е съдържанието на съответния ред.

За валидните файлове, скриптът трябва да:

- генерира `config.cfg` като обединение на съдържанието им;
- името на файла, без частта `.cfg` дефинира потребителско име. Ако във файла с паролите не съществува запис за този потребител, то такъв да се добави и на стандартния изход да се изведе потребителското име и паролата (поне 16 символа) разделени с един интервал.

**Зад. 40 2020-SE-06** Под *конфигурационен файл* ще разбираме файл, в който има редове от вида `key=value`, където `key` и `value` могат да се състоят от букви, цифри и знак “долна черта” (“\_”). Освен това, във файла може да има празни редове; може да има произволен `whitespace` в началото и в края на редовете, както и около символа “=”. Също така са допустими и коментари в даден ред: всичко след символ “#” се приема за коментар.

Под `<date>` ще разбираме текущото време, върнато от командата `date` без параметри; под `<user>` ще разбираме името на текущият потребител.

Напишете shell скрипт `set_value.sh`, който приема 3 позиционни аргумента – име на конфигурационен файл, ключ (`foo`) и стойност (`bar`). Ако ключът:

- присъства във файла с друга стойност, скриптът трябва да:



- да закоментира този ред като сложи # в началото на реда и добави в края на реда #  
edited at <date> by <user>
- да добави нов ред foo = bar # added at <date> by <user> точно след стария ред
- не присъства във файла, скриптът трябва да добави ред от вида foo = bar # added at  
<date> by <user> на края на файла

*Примерен foo.conf:*

```
# route description

from = Sofia
to   = Varna   # my favourite city!
type = t2_1
```

*Примерно извикване:*

```
./set_value.sh foo.conf to Plovdiv
```

*Съдържание на foo.conf след извикването:*

```
# route description

from = Sofia
# to   = Varna   # my favourite city! # edited at Tue Aug 25 15:48:29 EEST 2020 by human
to = Plovdiv # added at Tue Aug 25 15:48:29 EEST 2020 by human
type = t2_1
```

#### Зад. 41 2021-SE-01

Разполагате с машина, на която е инсталиран специализиран софтуер, който ползва два потребителски акаунта – oracle и grid. Всеки от потребителите *би трябвало* да има environment променлива ORACLE\_HOME, която указва абсолютен път до директория във формат /path/to/dir. В поддиректория bin на зададената директория *би трябвало* да има изпълним файл с име adrci. Всеки от двата потребителя има собствена директория *diag\_dest*, която е във вида /u01/app/потребител. Когато някой от потребителите изпълни неговото копие на командата adrci с параметър exec="show homes" може да получи на STDOUT един от следните два изхода:

- вариант 1: (неуспех): No ADR homes are set
- вариант 2: (успех):

```
ADR Homes:
diag/rdbms/orclbi/orclbi1
diag/rdbms/orclbi/orclbi2
```

И в двата случая командата приключва с exit code 0. Ако командата се изпълни успешно, тя връща списък с един или повече ADR Homes, които са релативни имена на директории спрямо *diag\_dest* на съответният потребител.

Напишете скрипт, който може да се изпълнява само от някой от тези два акаунта, и извежда на STDOUT размера в мегабайти и абсолютният път на всеки ADR Home.

*Примерен изход:*

```
0    /u01/app/oracle/diag/rdbms/orclbi/orclbi1
389  /u01/app/oracle/diag/rdbms/orclbi/orclbi2
```

#### Зад. 42 2021-SE-02

Един от често използваните DNS сървъри е BIND9, при който описанието на DNS зоните обикновено стои в текстови файлове, наричани *зонални файлове*. За улеснение, в рамките на задачата, ще ползваме опростено описание на зоналните файлове.

Под *whitespace* разбираме произволна комбинация от табове и интервали.

Под *FQDN* разбираме низ, който има допустими символи малки латински букви, цифри и точка; не може да започва с точка, не може да има две или повече съседни точки, задължително завършва с точка.

Зоналните файлове съдържат *ресурсни записи*, по един на ред. Общият вид на даден ресурсен запис е <ключ> <TTL> <клас> <тип> <RDATA>, разделени с whitespace, например:

```
astero.openfmi.net. 3600 IN A 185.117.82.99
```

Където:

- ключ (*astero.openfmi.net.*) – FQDN
- TTL (3600) – цифри; полето може да липсва
- клас (IN) - главни латински букви; класът винаги е IN
- тип (A) - главни латински букви; някои от SOA, NS, A, AAAA
- RDATA (185.117.82.99) - данни на записа; различни за различните типове ресурсни записи; всичко след типа до края на реда.

Знакът точка-и-запетая ; е знак за коментар, и всичко след него до края на реда се игнорира.

Във всеки зонален файл трябва да има точно един SOA запис, и той трябва да е първият запис във файла. Пример за едноредов SOA запис:

```
openfmi.net. 3600 IN SOA nimbus.fccf.net. root.fccf.net. 2021041901 86400 7200 3024000 3600
```

RDATA-та на SOA запис се състои от два FQDN-а и пет числа, разделени с whitespace.

Въпреки, че горното е валиден SOA запис, за прегледност в зоналните файлове често се ползва следният синтаксис (многоредов SOA запис, еквивалентен на горния):

```
openfmi.net. 3600 IN SOA nimbus.fccf.net. root.fccf.net. (  
    2021041901 ; serial  
    86400      ; refresh  
    7200       ; retry  
    3024000    ; expire  
    3600       ; negative TTL  
)
```

т.е., поредицата от числа се разбива на няколко реда, оградени в обикновенни скоби, и за всяко число се слага коментар какво означава.

Първото от тези числа (serial) представлява серийният номер на зоната, който трябва да се увеличава всеки път, когато нещо в зоналният файл се промени. Изключително важно е това число само да нараства, и никога да не намалява.

Един от често използваните формати за серийен номер, който показва кога е настъпила последната промяна в зоналния файл представлява число във вида YYYYMMDDTT, т.е., четири цифри за година, две цифри за месец, две цифри за дата и още две цифри за поредна промяна в рамките на описания ден. За последните две цифри (TT) има ограничение да са от 00 до 99 (естествено, така не може да има повече от 100 промени в рамките на един ден).

За удобство приемаме, че конкретен серийен номер (точната поредица цифри) се среща само на едно място в зоналния файл.

Напишете шел скрипт, който по подадени имена на зонални файлове променя серийният номер в SOA записа на всеки файл по следният алгоритъм:

- ако датата в серийният номер е по-стара от днешната, новият серийен номер трябва да е от вида *днешната*00
- ако датата в серийният номер е равна на днешната, серийният номер трябва да се увеличи с единица

Важат следните условия:

- скриптът трябва да може да обработва и едноредови, и многоредови SOA записи

- за всеки зонален файл, който не е успял да обработи, скриптът трябва да вади съобщение за грешка, което включва и името на зоналния файл. Съобщенията трябва да са лесно обработваеми с познатите инструменти за обработка на текст.

# Използване на системни примитиви в програми на C

*Забележки:*

- Полезни man страници:

open(2)	close(2)	read(2)	write(2)	lseek(2)
fork(2)	wait(2)	exec(3)		
pipe(2)	dup(2)	mkfifo(3)		
err(3)	exit(3)	printf(3)	setbuf(3)	
malloc(3)	stat(2)	time(2)		
strlen(3)	strcmp(3)	qsort(3)		

- Препоръчителни флагове на компилатора: `-std=c11 -Wall -W -Wpedantic -Wextra`
- Обърнете внимание на коментарите, именуването на променливи и подреждането на кода.
- За всички задачи, освен ако не е указано друго, за удобство приемаме, че работим само с Little-endian машини

## Задачи за тема 6

**Зад. 43 2016-SE-01** Напишете програма на C, която приема параметър - име на (двоичен) файл с байтове. Програмата трябва да сортира файла.

**Зад. 44 2016-SE-02** Двоичните файлове `f1` и `f2` съдържат 32 битови числа без знак (`uint32_t`). Файлът `f1` е съдържа  $n$  двойки числа, нека  $i$ -тата двойка е  $< x_i, y_i >$ . Напишете програма на C, която извлича интервалите с начало  $x_i$  и дължина  $y_i$  от файла `f2` и ги записва залепени в изходен файл `f3`.

*Пример:*

- `f1` съдържа 4 числа (2 двойки): 30000, 20, 19000, 10
- програмата записва в `f3` две поредици 32-битови числа, взети от `f2` както следва:
- най-напред се записват числата, които са на позиции 30000, 30001, 30002, ... 30019.
- след тях се записват числата от позиции 19000, 19001, ... 19009.

*Забележка:* С пълен брой точки ще се оценяват решения, които работят със скорост, пропорционална на размера на изходния файл `f3`.

**Зад. 45 2016-SE-03** Напишете програма на C приемаща параметър – име на (двоичен) файл с `uint32_t` числа. Програмата трябва да сортира файла. Ограничения:

- Числата биха могли да са максимум 100 000 000 на брой.
- Програмата трябва да работи на машина със същия `endianness`, както машината, която е създала файла.
- Програмата трябва да работи на машина с 256 MB RAM и 8 GB свободно дисково пространство.

**Зад. 46 2017-IN-01** Напишете програма на C, която приема четири параметъра – имена на двоични файлове.

Примерно извикване:

```
$ ./main f1.dat f1.idx f2.dat f2.idx
```

Първите два (`f1.dat` и `f1.idx`) и вторите два (`f2.dat` и `f2.idx`) файла са *входен* и *изходен комплект* със следния смисъл:

- DAT-файловете (`f1.dat` и `f2.dat`) представляват двоични файлове, състоящи се от байтове (`uint8_t`);
- IDX-файловете представляват двоични файлове, състоящи се от наредени тройки от следните елементи (и техните типове), които дефинират поредици от байтове (низове) от съответния DAT файл:
  - *отместване* `uint16_t` – показва позицията на първия байт от даден низ спрямо началото на файла;
  - *дължина* `uint8_t` – показва дължината на низа;
  - *запазен* `uint8_t` – не се използва.

Първата двойка файлове (`f1.dat` и `f1.idx`) съществува, а втората трябва да бъде създадена от програмата по следния начин:

- трябва да се копират само низовете (пореядици от байтове) от входния комплект, които започват с главна латинска буква (A - 0x41, Z - 0x5A).
- ако файловете са неконсистентни по някакъв начин, програмата да прекратява изпълнението си по подходящ начин.

*Забележка:* За удобство приемаме, че DAT файлът съдържа текстови данни на латински с ASCII кодова таблица (един байт за буква).

*Примерен вход и изход:*

```
$ xxd f1.dat
00000000: 4c6f 7265 6d20 6970 7375 6d20 646f 6c6f  Lorem ipsum dolo
00000010: 7220 7369 7420 616d 6574 2c20 636f 6e73  r sit amet, cons
00000020: 6563 7465 7475 7220 6164 6970 6973 6369  ectetur adipisci
00000030: 6e67 2065 6c69 742c 2073 6564 2064 6f20  ng elit, sed do
00000040: 6569 7573 6d6f 6420 7465 6d70 6f72 2069  eiusmod tempor i
00000050: 6e63 6964 6964 756e 7420 7574 206c 6162  ncididunt ut lab
00000060: 6f72 6520 6574 2064 6f6c 6f72 6520 6d61  ore et dolore ma
00000070: 676e 6120 616c 6971 7561 2e20 5574 2065  gna aliqua. Ut e
00000080: 6e69 6d20 6164 206d 696e 696d 2076 656e  nim ad minim ven
00000090: 6961 6d2c 2071 7569 7320 6e6f 7374 7275  iam, quis nostru
000000a0: 6420 6578 6572 6369 7461 7469 6f6e 2075  d exercitation u
000000b0: 6c6c 616d 636f 206c 6162 6f72 6973 206e  llamco laboris n
000000c0: 6973 6920 7574 2061 6c69 7175 6970 2065  isi ut aliquip e
000000d0: 7820 6561 2063 6f6d 6d6f 646f 2063 6f6e  x ea commodo con
000000e0: 7365 7175 6174 2e20 4475 6973 2061 7574  sequat. Duis aut
000000f0: 6520 6972 7572 6520 646f 6c6f 7220 696e  e irure dolor in
00000100: 2072 6570 7265 6865 6e64 6572 6974 2069  reprehenderit i
00000110: 6e20 766f 6c75 7074 6174 6520 7665 6c69  n voluptate veli
00000120: 7420 6573 7365 2063 696c 6c75 6d20 646f  t esse cillum do
00000130: 6c6f 7265 2065 7520 6675 6769 6174 206e  lore eu fugiat n
00000140: 756c 6c61 2070 6172 6961 7475 722e 2045  ulla pariat. E
00000150: 7863 6570 7465 7572 2073 696e 7420 6f63  xcepteur sint oc
00000160: 6361 6563 6174 2063 7570 6964 6174 6174  caecat cupidatat
00000170: 206e 6f6e 2070 726f 6964 656e 742c 2073  non proident, s
00000180: 756e 7420 696e 2063 756c 7061 2071 7569  unt in culpa qui
00000190: 206f 6666 6963 6961 2064 6573 6572 756e  officia deserun
000001a0: 7420 6d6f 6c6c 6974 2061 6e69 6d20 6964  t mollit anim id
000001b0: 2065 7374 206c 6162 6f72 756d 2e0a  est laborum..

$ xxd f1.idx
00000000: 0000 0500 4f01 0200 4e01 0300  ....0...N...

$ xxd f2.dat
00000000: 4c6f 7265 6d45 78  LoremEx

$ xxd f2.idx
00000000: 0000 0500 0500 0200  ....
```

**Зад. 47 2017-SE-01** Напишете програма на C, която приема три параметъра – имена на двоични файлове.

*Примерно извикване:*

```
$ ./main f1.bin f2.bin patch.bin
```

Файловете `f1.bin` и `f2.bin` се третираат като двоични файлове, състоящи се от байтове (`uint8_t`). Файлът `f1.bin` е “оригиналният” файл, а `f2.bin` е негово копие, което е било модифицирано по някакъв начин (извън обхвата на тази задача). Файлът `patch.bin` е двоичен файл, състоящ се от наредени тройки от следните елементи (и техните типове):

- *отместване* (`uint16_t`) – спрямо началото на `f1.bin/f2.bin`
- *оригинален байт* (`uint8_t`) – на тази позиция в `f1.bin`
- *нов байт* (`uint8_t`) – на тази позиция в `f2.bin`

Вашата програма да създава файла `patch.bin`, на базата на съществуващите файлове `f1.bin` и `f2.bin`, като описва вътре само разликите между двата файла. Ако дадено отместване съществува само в единия от файловете `f1.bin/f2.bin`, програмата да прекратява изпълнението си по подходящ начин.

*Примерен f1.bin:*

```
00000000: f5c4 b159 cc80 e2ef c1c7 c99a 2fb0 0d8c ...Y...../...
00000010: 3c83 6fed 6b46 09d2 90df cf1e 9a3c 1f05 <.o.kF.....<..
00000020: 05f9 4c29 fd58 a5f1 cb7b c9d0 b234 2398 ..L).X...{...4#.
00000030: 35af 6be6 5a71 b23a 0e8d 08de def2 214c 5.k.Zq.:.....!L
```

*Примерен f2.bin:*

```
00000000: f5c4 5959 cc80 e2ef c1c7 c99a 2fb0 0d8c ..YY...../...
00000010: 3c83 6fed 6b46 09d2 90df cf1e 9a3c 1f05 <.o.kF.....<..
00000020: 05f9 4c29 fd58 a5f1 cb7b c9d0 b234 2398 ..L).X...{...4#.
00000030: afaf 6be6 5a71 b23a 0e8d 08de def2 214c ..k.Zq.:.....!L
```

*Примерен patch.bin:*

```
00000000: 0200 b159 3000 35af ...Y0.5.
```

**Зад. 48 2017-SE-02** Напишете програма на C, която да работи подобно на командата `cat`, реализирайки само следната функционалност:

- общ вид на изпълнение: `./main [OPTION] [FILE]...`
- ако е подаден като **първи** параметър `-n`, то той да се третира като опция, което кара програмата ви да номерира (глобално) всеки изходен ред (започвайки от 1).
- програмата извежда на `STDOUT`
- ако няма подадени параметри (имена на файлове), програмата чете от `STDIN`
- ако има подадени параметри – файлове, програмата последователно ги извежда
- ако някой от параметрите е тире (`-`), програмата да го третира като специално име за `STDIN`

*Примерно извикване:*

```
$ cat a.txt
a1
a2

$ cat b.txt
b1
b2
b3

$ echo -e "s1\ns2" | ./main -n a.txt - b.txt
1 a1
2 a2
3 s1
4 s2
5 b1
6 b2
7 b3
```

*Забележка: Погледнете `setbuf(3)` и `strcmp(3)`.*

**Зад. 49 2017-SE-03** Напишете програма на C, която приема три параметъра, имена на двоични файлове.

*Примерно извикване:*

```
$ ./main patch.bin f1.bin f2.bin
```

Файловете `f1.bin` и `f2.bin` се третират като двоични файлове, състоящи се от байтове (`uint8_t`). Файлът `patch.bin` е двоичен файл, състоящ се от наредени тройки от следните елементи (и техните типове):

- *отместване* `uint16_t`
- *оригинален байт* `uint8_t`
- *нов байт* `uint8_t`

Програмата да създава файла `f2.bin` като копие на файла `f1.bin`, но с отразени промени на базата на файла `patch.bin`, при следния алгоритъм:

- за всяка наредена тройка от `patch.bin`, ако на съответното *отместване* (в байтове) спрямо началото на файла е записан байта *оригинален байт*, в изходния файл се записва *нов байт*. Ако не е записан такъв *оригинален байт* или такова *отместване* не съществува, програмата да прекратява изпълнението си по подходящ начин;
- всички останали байтове се копират директно.

*Забележка:* Наредените тройки във файла `patch.bin` да се обработват последователно.

*Примерен f1.bin:*

```
00000000: f5c4 b159 cc80 e2ef c1c7 c99a 2fb0 0d8c ...Y...../...
00000010: 3c83 6fed 6b46 09d2 90df cf1e 9a3c 1f05 <.o.kF.....<..
00000020: 05f9 4c29 fd58 a5f1 cb7b c9d0 b234 2398 ..L).X...{...4#.
00000030: 35af 6be6 5a71 b23a 0e8d 08de def2 214c 5.k.Zq.:.....!L
```

*Примерен patch.bin:*

```
00000000: 0200 b159 3000 35af ...Y0.5.
```

*Примерен f2.bin:*

```
00000000: f5c4 5959 cc80 e2ef c1c7 c99a 2fb0 0d8c ..YY...../...
00000010: 3c83 6fed 6b46 09d2 90df cf1e 9a3c 1f05 <.o.kF.....<..
00000020: 05f9 4c29 fd58 a5f1 cb7b c9d0 b234 2398 ..L).X...{...4#.
00000030: afaf 6be6 5a71 b23a 0e8d 08de def2 214c ..k.Zq.:.....!L
```

**Зад. 50 2017-SE-04** Напишете програма на C, която да работи подобно на командата `cat`, реализирайки само следната функционалност:

- програмата извежда на `STDOUT`
- ако няма подадени параметри, програмата чете от `STDIN`
- ако има подадени параметри – файлове, програмата последователно ги извежда
- ако някой от параметрите започва с тире (-), програмата да го третира като специално име за `STDIN`

*Примерно извикване:*

```
$ ./main f - g
```

– извежда съдържанието на файла `f`, после `STDIN`, след това съдържанието на файла `g`.

**Зад. 51 2018-SE-01** Напишете програма на C, която да работи подобно на командата `tr`, реализирайки само следната функционалност:

- програмата чете от стандартния вход и пише на стандартния изход
- общ вид на изпълнение: `./main [OPTION] SET1 [SET2]`
- `OPTION` би могъл да бъде или `-d`, или `-s`, или да липсва
- `SET1` и `SET2` са низове, в които знаците нямат специално значение, т.е. всеки знак “означава” съответния знак. `SET2`, ако е необходим, трябва да е същата дължина като `SET1`
- ако е подаден като *първи* параметър `-d`, програмата трие от входа всяко срещане на знак `μ` от `SET1`; `SET2` не е необходим

- ако е подаден като *първи* параметър `-s`, програмата заменя от входа всяка поредица от повторения знак  $\mu$  от SET1 с еднократен знак  $\mu$ ; SET2 не е необходим
- в останалите случаи, програмата заменя от входа всеки знак  $\mu$  от SET1 със съответстващият му позиционно знак  $\nu$  от SET2.

Примерно извикване:

```
$ echo asdf | ./main -d 'd123' | ./main 'sm' 'fa' | ./main -s 'f'
af
```

**Зад. 52 2018-SE-02** Напишете програма на C, която приема два параметъра – имена на файлове:

- примерно извикване: `./main input.bin output.bin`
- файловете `input.bin` и `output.bin` се третират като двоични файлове, състоящи се от `uint32_t` числа
- файлът `input.bin` може да съдържа максимум 4194304 числа
- файлът `output.bin` трябва да бъде създаден от програмата и да съдържа числата от `input.bin`, сортирани във възходящ ред
- *endianness*-ът на машината, създава файла `input.bin` е същият, като на текущата машина
- *ограничения на ресурси*: програмата трябва да работи с употреба на максимум 9 MB RAM и 64 MB дисково пространство.

**Зад. 53 2018-SE-03** Напишете програма на C, която да работи подобно на командата `cut`, реализирайки само следната функционалност:

- програмата трябва да чете текст от стандартния вход и да извежда избраната част от всеки ред на стандартния изход;
- ако първият параметър на програмата е низът `-с`, тогава вторият параметър е или едноцифрено число (от 1 до 9), или две едноцифрени числа  $N$  и  $M$  ( $N \leq M$ ), разделени с тире (напр. 3-5). В този случай програмата трябва да изведе избраният/избраните символи от реда: или само символа на указаната позиция, или няколко последователни символи на посочените позиции.
- ако първият параметър на програмата е низът `-d`, тогава вторият параметър е низ, от който е важен само първият символ; той се използва като разделител между полета на реда. Третият параметър трябва да бъде низът `-f`, а четвъртият - или едноцифрено число (от 1 до 9), или две едноцифрени числа  $N$  и  $M$  ( $N \leq M$ ), разделени с тире (напр. 3-5). В този случай програмата трябва да разглежда реда като съставен от няколко полета (може би празни), разделени от указания символ (първият символ от низа, следващ параметъра `-d`), и да изведе или само указаното поле, или няколко последователни полета на указаните позиции, разделени от същия разделител.
- ако някой ред няма достатъчно символи/полета, за него програмата трябва да изведе каквото (докъдето) е възможно (или дори празен ред).

**Зад. 54 2018-SE-04** Напишете програма на C, която приема два параметъра – имена на файлове:

- примерно извикване: `./main input.bin output.bin`
- файловете `input.bin` и `output.bin` се третират като двоични файлове, състоящи се от `uint16_t` числа
- файлът `input.bin` може да съдържа максимум 65535 числа
- файлът `output.bin` трябва да бъде създаден от програмата и да съдържа числата от `input.bin`, сортирани във възходящ ред
- *endianness*-ът на машината, създава файла `input.bin` е същият, като на текущата машина
- *ограничения на ресурси*: програмата трябва да работи с употреба на максимум 256 KB RAM и 2 MB дисково пространство.

**Зад. 55 2019-SE-01** В приложната статистика често се използват следните описателни статистики за дадена извадка:

- *средна стойност*  $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$
- *дисперсия*  $D = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$

където  $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$  са стойностите на извадката, а  $N$  е техния брой.

Напишете програма на C, която приема задължителен параметър – име на двоичен файл. Фай-



лът съдържа информация за потребители, които са влизали в системата, и се състои от наредени петорки от следните елементи и техните типове:

- *уникален потребителски идентификатор (UID)* `uint32_t`
- *запазено1* `uint16_t` – не се използва в задачата
- *запазено2* `uint16_t` – не се използва в задачата
- *време1* `uint32_t` – момент на започване на сесията (Unix time)
- *време2* `uint32_t` – момент на завършване на сесията (Unix time)

За потребители, които са имали сесии, квадратът на продължителността на които е по-голям от дисперсията  $D$  на продължителността на всички сесии във файла, програмата трябва да изведе на `STDOUT` потребителският им идентификатор и продължителността на най-дългата им сесия.

Можете да разчитате на това, че във файла ще има не повече от 16384 записа и че в тях ще се срещат не повече от 2048 различни потребителски идентификатора.

**Зад. 56 2020-IN-01** Напишете програма на C, която приема три параметъра – имена на двоични файлове.

*Примерно извикване:*

```
$ ./main patch.bin f1.bin f2.bin
```

Файловете `patch.bin` и `f1.bin` съществуват, и на тяхна база програмата трябва да създаде `f2.bin`.

Файлът `patch.bin` се състои от две секции – 16 байтов хедър и данни. На базата на хедъра програмата трябва да може да интерпретира съдържанието на файла. Структурата на хедъра е:

- `uint32_t, magic` – магическа стойност `0xEFBEADDE`, която дефинира, че файлът следва тази спецификация
- `uint8_t, header version` – версия на хедъра, с единствена допустима стойност за момента `0x01`, която дефинира останалите байтове от хедъра както следва:
  - `uint8_t, data version` – версия (описание) на използваните структури в секцията за данни на файла
  - `uint16_t, count` – брой записи в секцията за данни
  - `uint32_t, reserved 1` – не се използва
  - `uint32_t, reserved 2` – не се използва

Възможни структури в секцията за данни на файла спрямо *data version*:

- при версия `0x00`
  - `uint16_t, offset`
  - `uint8_t, original byte`
  - `uint8_t, new byte`
- при версия `0x01`
  - `uint32_t, offset`
  - `uint16_t, original word`
  - `uint16_t, new word`
- *забележка*: и при двете описани версии *offset* е отместване в брой елементи спрямо началото на файла

Двоичните файлове `f1.bin` и `f2.bin` се третират като състоящи се от елементи спрямо *data version* в `patch.bin`.

Програмата да създава файла `f2.bin` като копие на файла `f1.bin`, но с отразени промени на базата на файла `patch.bin`, при следния алгоритъм:

- за всяка наредена тройка от секцията за данни на `patch.bin`, ако на съответният *offset* в оригиналния файл `f1.bin` е записан елементът *original byte/word*, в изходният файл се записва *new byte/word*. Ако не е записан такъв елемент или той не съществува, програмата да прекратява изпълнението си по подходящ начин;
- всички останали елементи се копират директно.

Наредените тройки в секцията за данни на файла `patch.bin` да се обработват последователно. Обърнете внимание на обработката за грешки и съобщенията към потребителя – искаме програмата да бъде удобен и валиден инструмент.

**Зад. 57 2020-SE-01** Напишете програма на C, която приема шест задължителни позиционни параметъра – имена на файлове. Примерно извикване:

```
$ ./main affix postfix prefix infix suffix crucifixus
```

Всички файлове започват с хедър с фиксирана дължина от 16 байта. Пети и шести (спрямо  $\mathbb{Z}^+$ ) байт от хедъра дефинират `uint16_t` число *count*, което описва броя на елементите във файла. Файловете `affix` и `infix` се състоят от елементи от тип `uint16_t`, файловете `prefix` и `crucifixus` – от елементи от тип `uint8_t`, `postfix` – от `uint32_t`, а `suffix` – от `uint64_t`.

*Интервал* наричаме наредена двойка числа, която дефинира номер (спрямо  $\mathbb{Z}$ ) на начален елемент и брой елементи от даден файл. *Комплект* наричаме наредена четворка от интервали, които позиционно се отнасят спрямо файловете `{post,pre,in,suf}fix`.

Елементите на файла `affix` дефинират серия от комплекти, на чиято база програмата трябва да генерира изходния файл `crucifixus`.

**Зад. 58 2020-SE-02** Инженерите от съседната лаборатория работят с комплекти SCL/SDL файлове, напр. `input.scl/input.sdl`.

В SCL файла са записани нива на сигнали (ниско 0 или високо 1), т.е., файлът се третира като състоящ се от битове. В SDL файла са записани данни от тип `uint16_t`, като всеки елемент съответства позиционно на даден бит от SCL файла.

Помогнете на колегите си, като напишете програма на C, която да бъде удобен инструмент за изваждане в нов файл само на тези SDL елементи, които са имали високо ниво в SCL файла, запазвайки наредбата им.

**Зад. 59 2021-SE-01** Инженерите от съседната лаборатория ползват специализиран хардуер и софтуер за прехвърляне на данни по радио, но за съжаление имат два проблема:

- в радио частта: дълги поредици битове само 0 или само 1 чупят преноса;
- в софтуерната част: софтуерът, който ползват, може да прехвърля само файлове с четен брой байтове дължина.

Помогнете на колегите си, като напишете програма на C, която решава тези проблеми, като подготвя файлове за прехвърляне. Програмата трябва да приема два задължителни позиционни аргумента – имена на файлове. Примерно извикване:

```
$ ./main input.bin output.bin
```

Програмата чете данни от `input.bin` и записва резултат след обработка в `output.bin`. Програмата трябва да работи като `encoder`, който имплементира вариант на Manchester code, т.е.:

- за всеки входен бит 1 извежда битовите 10, и
- за всеки входен бит 0 извежда битовите 01

Например, следните 8 бита вход

```
1011 0110 == 0xB6
```

по описаният алгоритъм дават следните 16 бита изход

```
1001 1010 0110 1001 == 0x9A69
```

## Задачи за теми 6,7,8

**Зад. 60 2016-SE-01** Напишете програма на C, която по подадено име на (текстови) файл като параметър, извежда съдържанието на файла сортирано, чрез употреба на външните програми `cat` и `sort` през `pipe()`.

**Зад. 61 2016-SE-02** Напишете програма на C, която реализира simple command prompt. Тя изпълнява в цикъл следната поредица действия:

1. Извежда промпт на стандартния изход.
2. Прочита име на команда.
3. Изпълнява без параметри прочетената команда.

Командите се търсят в директорията `/bin`. За край на програмата се смята въвеждането на `exit`.

**Зад. 62 2017-IN-01** Напишете програма на C, която използвайки външни shell команди през `pipe()` да извежда статистика за броя на използване на различните shell-ове от потребителите, дефинирани в системата. Изходът да бъде сортиран във възходящ ред според брой използвания на shell-овете.

*Примерно извикване и изход:*

```
$ ./main
  1 /bin/sync
  3 /bin/bash
  7 /bin/false
17 /usr/sbin/nologin
```

**Зад. 63 2017-IN-02** Напишете програма на C, която приема незадължителен параметър – име на команда. Ако не е зададена команда като параметър, да се ползва командата `echo`. Максималната допустима дължина на командата е 4 знака.

Програмата чете низове (с максимална дължина 4 знака) от стандартния си вход, разделени с интервали (`0x20`) или знак за нов ред (`0x0A`). Ако някой низ е с дължина по-голяма от 4 знака, то програмата да терминира със съобщение за грешка.

Подадените на стандартния вход низове програмата трябва да третира като множество от параметри за дефинираната команда. Програмата ви трябва да изпълни командата колкото пъти е необходимо с *максимум два* низа като параметри, като изчаква изпълнението да приключи, преди да започне ново изпълнение.

*Примерни вход, извиквания и изходи:*

```
$ cat f1
a1
$ cat f2
a2
$ cat f3
a3
$ echo -e "f1\nf2 f3" | ./main cat
a1
a2
a3
$ echo -e "f1\nf2 f3" | ./main
f1 f2
f3
```

**Зад. 64 2018-SE-01** Напишете програма на C, която приема параметър – име на директория. Програмата трябва да извежда името на най-скоро променения (по съдържание) файл в тази директория и нейните под-директории, чрез употреба на външни шел команди през `pipe()`.

**Зад. 65 2019-SE-01** Напишете програма-наблюдател *P*, която изпълнява друга програма *Q* и я рестартира, когато *Q* завърши изпълнението си. На командния ред на *P* се подават следните параметри:

- *праг за продължителност* в секунди – едноцифрено число от 1 до 9
- *Q*
- *незадължителни параметри на Q*

*P* работи по следния алгоритъм:

- стартира *Q* с подадените параметри
- изчаква я да завърши изпълнението си
- записва в текстов файл `run.log` един ред с три полета - цели числа (разделени с интервал):
  - момент на стартиране на *Q* (Unix time)
  - момент на завършване на *Q* (Unix time)
  - код за грешка, с който *Q* е завършила (exit code)
- проверява дали е изпълнено *условието за спиране* и ако не е, преминава отново към стартирането на *Q*

*Условие за спиране:* Ако наблюдателят  $P$  установи, че при две последователни изпълнения на  $Q$  са били изпълнени и двете условия:

1. кодът за грешка на  $Q$  е бил различен от 0;
2. разликата между момента на завършване и момента на стартиране на  $Q$  е била по-малка от подадения като първи параметър на  $P$  праг;

то  $P$  спира цикъла от изпълняване на  $Q$  и сам завършва изпълнението си.

Текущото време във формат Unix time (секунди от 1 януари 1970 г.) можете да вземете с извикване на системната функция `time()` с параметър `NULL`; функцията е дефинирана в `time.h`. Ако изпълнената програма е била прекъсната от подаден сигнал, това се приема за завършване с код за грешка 129.

**Зад. 66 2020-SE-01** Напишете две програми на C (`foo` и `bar`), които си комуникират през *наименована тръба*. Програмата `foo` приема параметър - име на файл, програмата `bar` приема параметър - команда като абсолютен път до изпълним файл.

*Примерни извиквания и ред на изпълнение (в отделни терминали):*

```
./foo a.txt
./bar /usr/bin/sort
```

Програмата `foo` трябва да изпълнява външна команда `cat` с аргумент името на подадения файл, така че съдържанието му да се прехвърли през тръбата към програмата `bar`, която от своя страна трябва да изпълни подадената и като аргумент команда (без параметри; `/usr/bin/sort` в примера), която да обработи получените през тръбата данни, четейки от стандартен вход. Еквивалент на горния пример би било следното изпълнение:

```
cat a.txt | /usr/bin/sort
```

**Зад. 67 2020-SE-02** При изграждане на система за пренасяне на сериен асинхронен сигнал върху радиопреносна мрежа се оказало, че големи поредици от битове само нули или само единици смущават сигнала, поради нестабилно ниво. Инженерите решили проблема, като:

- в моментите, в които няма сигнал от серийният порт, вкарвали изкуствено байт `0x55` в потока;
- реалните байтове `0x00`, `0xFF`, `0x55` и `0x7D` се кодирали посредством XOR-ване (побитова обработка с *изключващо-или*) с `0x20`, като полученият байт се изпращал през потока, предхождан от `0x7D`, който играе ролята на *escape character*.

Разполагате със запис от такъв поток. Напишете програма на C, която приема два параметъра - имена на файлове. Примерно извикване:

```
$ ./main input.lfld output.bin
```

Програмата трябва да обработва записа и да генерира `output.bin`, който да съдържа оригиналните данни. Четенето на входните данни трябва да става посредством изпълнение на външна shell команда.

**Зад. 68 2020-SE-03** Напишете програма на C, която приема един задължителен позиционен параметър - име на файл. Файлът се състои от не повече от 8 наредени тройки елементи:

- *име на файл* – точно 8 байта, последният от които задължително е `0x00`. Ако името е по-късо от 7 знака, излишните байтове са `0x00`;
- *offset* – `uint32_t`, който дава пореден номер на елемент (спрямо  $N_0$ ) във файла;
- *length* – `uint32_t`, който дава брой елементи.

За всяка наредена тройка програмата трябва да пусне child процес, който да XOR-не (обработи с *изключващо-или*) елементите (`uint16_t`) от съответния файл един със друг, и да върне резултата на parent процеса, който от своя страна трябва да XOR-не всички получените резултати и да изведе полученото число в следния формат:

```
result: 573B
```

*Забележка:* C пълен брой точки се оценяват решения, в които child процесите работят паралелно.

**Зад. 69 2021-SE-01** Ваши колеги - асистенти по ОС се оплакват, че студентите упорито ползват командата `sudo`, въпреки че им е обяснено да не я ползват. Вашата задача е да подготвите фалшиво `sudo`, което:

- добавя ред в текстови файл `foo.log` с командата, която потребителят се е опитал да изпълни във формат ДАТА ПОТРЕБИТЕЛ ДАННИ, където:
  - ДАТА е във формат YYYY-MM-DD HH:MM:SS.UUUUUU (UUUUUU са микросекунди)
  - ПОТРЕБИТЕЛ е login name (username) на потребителя
  - ДАННИ е всичко, което потребителят е написал, например `./main ls -l /root`
  - горните полета са разделени с интервал
  - пример: `2021-05-10 14:38:17.584344 s99999 ./main ls -l /root`
- заключва акаунта, който е изпълнил програмата
- приключва изпълнението на всички процеси, стартирани от този потребител

За да може да изпълни тези неща, фалшивото `sudo` ще има нужда от `root` права, а в същото време трябва да знае кой акаунт изпълнява командата. Традиционно това може да се реши със `SUID`, което обаче не важи за `shell` скриптове. За да заобиколим този проблем, напишете програма на `C` (`main`), която за заключването на акаунта и терминирането на процесите извиква външни `shell` команди през `pipe()`.

Полезни `man` страници:

- `gettimeofday(2)`
- `localtime(3)`
- `strftime(3)`
- `getuid(2)`
- `getpwuid(3)`
- `passwd(1)`

Опишете в `doc.txt` как бихте настроили компилираната вече програма така, че студентите да ползват нея, вместо оригиналното `sudo`.

Естествено, по време на разработка на програмата можете да я тествате само с вашият акаунт и нямате `root` права. За да може все пак да тествате, подменете в кода финалните команди, които програмата изпълнява (тези, които наистина изискват `root` права), като им добавите едно `echo`. Например, ако трябва да изпълните командата

```
foo -m pesho
```

вместо това в кода ви трябва да е дефинирано изпълнение на

```
echo foo -m pesho
```

## Теоретични задачи

**Зад. 70 2016-SE-01** Всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q
p_1	q_1
p_2	q_2
p_3	q_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$  и  $Q$  така, че инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$ , а  $q_2$  да се изпълни преди  $p_3$ .

**Зад. 71 2016-SE-02** Опишете накратко основните процедури и структури данни, необходими за реализация на семафор.

Каква е разликата между слаб и силен семафор?

Опишете максимално несправедлива ситуация, която може да се получи в избирателна секция, ако на входа на секцията пазач – член на изборната комисия пуска гласоподавателите вътре така:

- (1) във всеки момент в секцията може да има най-много двама гласоподаватели.
- (2) пазачът работи като слаб семафор.

**Зад. 72 2017-SE-01**

Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2
p_3	q_3	r_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$  и  $r_2$ .

*Забележка:* Решения на задачата с повече от един семафор носят не повече от 20 точки.

**Зад. 73 2017-SE-02** Преди стартиране на процеси  $P$  и  $Q$  са инициализирани два семафора и брояч:

```
semaphore e, m
e.init(1); m.init(1)
int cnt = 0
```

Паралелно работещи няколко копия на всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълняват поредица от инструкции:

process P	process Q
m.wait()	e.wait()
cnt=cnt+1	q_section
if cnt=1 e.wait()	e.signal()
m.signal()	
p_section	
m.wait()	
cnt=cnt-1	
if cnt=0 e.signal()	
m.signal()	

Дайте обоснован отговор на следните въпроси:

- а) Могат ли едновременно да се изпълняват инструкциите  $p_{section}$  и  $q_{section}$ ?
- б) Могат ли едновременно да се изпълняват няколко инструкции  $p_{section}$ ?

- в) Могат ли едновременно да се изпълняват няколко инструкции  $q_{section}$ ?  
 г) Има ли условия за deadlock или starvation за някой от процесите?

Упътване:

- Ще казваме, че  $P$  е в критична секция, когато изпълнява инструкцията си  $p_{section}$ . Същото за  $Q$ , когато изпълнява  $q_{section}$ .
- Изяснете смисъла на брояча  $cnt$  и какви процеси могат да бъдат приспани в опашките на двата семафора.
- Покажете, че в опашката на семафора  $e$  има най-много едно копие на  $P$  и произволен брой копия на  $Q$ .
- Покажете, че в момента на изпълнение на  $e.signal()$  в кой да е от процесите, никой процес не е в критичната си секция.

#### Зад. 74 2017-SE-03

- а) Няколко копия на процеса  $P$  изпълняват поредица от три инструкции:

```
process P
  p_1
  p_2
  p_3
```

Осигурете чрез семафор синхронизация на копията така, че най-много един процес да изпълнява инструкция  $p_2$  във всеки един момент.

- б) Опишете разликата при реализация на слаб и силен семафор.  
 в) Възможно ли е в зависимост от начина на реализация на семафора в подусловие а) да настъпят условия за deadlock или starvation? Ако да, опишете сценарий за поява на неприятната ситуация.

#### Зад. 75 2017-SE-04 Всеки от процесите $P$ и $Q$ изпълнява поредица от две инструкции:

<pre>process P   p_1   p_2</pre>	<pre>process Q   q_1   q_2</pre>
----------------------------------	----------------------------------

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$  и  $Q$ , така че инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$ , а  $q_1$  да се изпълни преди  $p_2$ .

#### Зад. 76 2017-SE-05 Всеки от процесите $P$ и $Q$ изпълнява поредица от три инструкции:

<pre>process P   p_1   p_2   p_3</pre>	<pre>process Q   q_1   q_2   q_3</pre>
--	--

Осигурете чрез два семафора синхронизация на  $P$  и  $Q$  така, че отделните инструкции да се изпълнят в следния времеви ред:  $p_1, q_1, p_2, q_2, p_3, q_3$

#### Зад. 77 2017-SE-06 Да приемем, че в съвременната операционна система процесът има 4 състояния:

- $R$  – работещ (*running*, използва CPU)
- $A$  – активен (*ready*, очаква CPU)
- $S$  – блокиран (*sleeping*, очаква вход/изход)
- $T$  – изчакващ време (*sleeping*, очаква времеви момент)

Нарисувайте диаграма на състоянията и преходите между тях. Диаграмата е ориентиран граф с върхове отделните състояния и ребра – възможните преходи.

Опишете накратко събитията, предизвикващи преход по всяко ребро на графа.

#### Зад. 78 2017-SE-07 Процесът $P$ създава тръба (pipe) с извикване на функцията `pipe(int pipefd[2])` в ОС GNU/Linux.

- а) Кои процеси не могат да ползват тръбата?  
 б) Опишете друг метод за изграждане на комуникационен канал, който дава възможност на произволни процеси да изградят и ползват канала. Допълнително искаме новоизградения канал да е достъпен само за процесите, които са го създали.

Упътване: Прочетете map-страницата за функцията `pipe()`.

**Зад. 79 2017-SE-08** Множество паралелно работещи копия на всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълняват поредица от две инструкции:

process P	process Q
p_1	q_1
p_2	q_2

Осигурете чрез семафори синхронизация на работещите копия, така че:

- В произволен момент от времето да работи най-много едно от копията.
- Работещите копия да се редуват във времето – след изпълнение на копие на  $P$  да следва изпълнение на копие на  $Q$  и обратно.
- Първоначално е разрешено да се изпълни копие на  $P$ .

**Зад. 80 2018-CS-01** Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2
p_3	q_3	r_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че да се изпълнят едновременно следните изисквания:

- Инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$  и  $r_2$ .
- Инструкция  $r_2$  да се изпълни преди  $p_3$ .

*Забележка:* Решение с 2 семафора ще бъде оценено с 30 точки, решение с повече семафори ще ви донесе 20 точки.

**Зад. 81 2018-CS-02** Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2
p_3	q_3	r_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че да се изпълнят едновременно следните изисквания:

- Инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$ .
- Инструкция  $q_1$  да се изпълни преди  $r_2$ .
- Инструкция  $r_1$  да се изпълни преди  $p_2$ .
- Инструкция  $r_3$  да се изпълни след  $p_2$  и  $q_2$ .

**Зад. 82 2018-CS-03** При споделено ползване на памет от няколко процеса е възможно да настъпи надпревара за ресурси (race condition).

(а – 10 точки) Дефинирайте понятието race condition.

(б – 5 точки) Възможно ли е да настъпи race condition в еднопроцесорна система? Ако да, при какви условия.

(в – 15 точки) Какви инструменти ползваме, за да избегнем race condition?

**Зад. 83 2018-CS-04** Една от класическите задачи за синхронизация се нарича *Задача за читателите и писателите (Readers-writers problem)*.

- (10 точки) Опишете условието на задачата.
- (20 точки) Опишете решение, използващо семафори.

**Зад. 84 2018-CS-05** Какви са възможните състояния на процес.

Нарисувайте диаграма на състоянията и преходите между тях.

Опишете накратко ситуацията, предизвикващи преходи между състояния.

**Зад. 85 2018-SE-01**



Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2
p_3	q_3	r_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че да се изпълнят едновременно следните изисквания:

- Някоя от инструкциите  $p_2$  и  $q_2$  да се изпълни преди  $r_2$ .
- Ако инструкция  $p_2$  се изпълни преди  $r_2$ , то  $q_2$  да се изпълни след  $r_2$ .
- Ако инструкция  $q_2$  се изпълни преди  $r_2$ , то  $p_2$  да се изпълни след  $r_2$ .

*Забележка:* Решение с 2 семафора ще бъде оценено с 30 точки, решение с повече семафори ще ви донесе 20 точки.

**Зад. 86 2018-SE-02** Дадена е програма за ОС Linux, написана на езика C:

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int p1, p2;
    p1=fork();
    p2=fork();
    printf("Hello world!\n");
}
```

- а) Колко пъти ще се отпечата текста "Hello world!" при изпълнението на програмата? Обосновайте отговора си.
- б) Как работи системното извикване `fork()`?
- в) Нарисувайте кореновото дърво с върхове процесите, които ще се стартират в резултат от изпълнението на програмата и ребра двойките родител-наследник.

**Зад. 87 2018-SE-03** Множество паралелно работещи копия на всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълняват поредица от три инструкции:

process P	process Q
p_1	q_1
p_2	q_2
p_3	q_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на работещите копия, така че три инструкции –  $p_1$ ,  $q_2$  и  $p_3$  се редуват циклично:

- първа се изпълнява инструкция  $p_1$  на някое от работещите копия на процес  $P$ ;
- след завършването ѝ се изпълнява инструкция  $q_2$  на някое копие на  $Q$ ;
- след нея –  $p_3$  на някое копие на  $P$ ;
- с това едно минаване през цикъла завършва и отново може да се изпълни инструкция  $p_1$  на някое от работещите копия на процес  $P$ .

**Зад. 88 2018-SE-04** Опишете накратко кои системни извиквания изграждат стандартните комуникационни канали в UNIX – неименувана тръба (pipe), връзка процес-файл, двустранна връзка процес-процес (connection).

**Зад. 89 2018-SE-05** Опишете какви изисквания удовлетворява съвременна файлова система, реализирана върху блоково устройство (*block device*). Опишете накратко реализацията и целта на следните инструменти:

- а) отлагане на записа, алгоритъм на асансьора;
- б) поддържане на журнал на файловата система.

**Зад. 90 2019-CS-01** При реализация на файлова система върху твърд диск файловете и директориите се записват върху сектори от диска. Времето за достъп до секторите зависи от текущото положение на механичните компоненти на диска – над коя пътечка е главата за четене/запис и каква е позицията ѝ над пътечката.

Защо се прави разместване във времето на операциите по четене и запис върху диска?

Опишете накратко реализацията и целта на алгоритъма на асансьора.

**Зад. 91 2019-CS-02** Дадена е програма за ОС Linux, написана на езика C:

```
#include <unistd.h>
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int p1, p2, p3;
    p1=fork();
    if (p1==0) {
        p2=fork();
        if (p2>0) p3=fork();
    }
    printf("Hello world!\n");
}
```

- a) Колко пъти ще се отпечата текста **Hello world!** при изпълнението на програмата? Обосновете отговора си.
- б) Как работи системното извикване **fork()**?
- в) Нарисувайте кореновото дърво с върхове процесите, които ще се стартират в резултат от изпълнението на програмата и ребра двойките родител-наследник.

**Зад. 92 2019-CS-03** Опишете как се изгражда комуникационен канал (connection) между процес-сървер и процес-клиент със следните системни извиквания в стандарта POSIX:

socket(), bind(), connect(), listen(), accept()

**Зад. 93 2019-CS-04** Опишете накратко основните комуникационни канали в ОС Linux. Кои канали използват пространството на имената и кои не го правят?

**Зад. 94 2019-SE-01** Всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q
$p_1$	$q_1$
$p_2$	$q_2$
$p_3$	$q_3$

Осигурете чрез два семафора синхронизация на  $P$  и  $Q$  така, че да са изпълнени едновременно следните времеви зависимости:

1. инструкция  $p_1$  да се изпълни преди  $q_2$
2. инструкция  $q_2$  да се изпълни преди  $p_3$
3. инструкция  $q_1$  да се изпълни преди  $p_2$
4. инструкция  $p_2$  да се изпълни преди  $q_3$

*Забележка:* За решение с повече семафори ще получите 20 точки.

**Зад. 95 2019-SE-02** Множество паралелно работещи копия на всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълняват поредица от две инструкции:

process P	process Q
$p_1$	$q_1$
$p_2$	$q_2$

Осигурете чрез семафори синхронизация на работещите копия, така че да са изпълнени едновременно следните условия:

- В произволен момент от времето да работи най-много едно от копията.
- Работещите копия да се редуват във времето – след изпълнение на копие на  $P$  да следва изпълнение на копие на  $Q$  и обратно.
- Първоначално е разрешено да се изпълни копие на  $P$ .

**Зад. 96 2019-SE-03** Процесите  $P$  и  $Q$  се изпълняват паралелно. Споделената променлива  $A$  има начална стойност 4. Променливата  $R$  е локална за двата процеса.

<pre>process P   R=A   R=R+3   A=R</pre>	<pre>process Q   R=A   R=R+2   A=R</pre>
--	--

Каква е стойността на  $A$  след изпълнението на процесите? Дайте обоснован отговор.

**Зад. 97 2019-SE-04** Опишете разликата между синхронни и асинхронни входно-изходни операции. Дайте примери за програми, при които се налага използването на асинхронен вход-изход.

**Зад. 98 2019-SE-05** Множество паралелно работещи копия на процеса  $P$  изпълняват поредица от две инструкции:

```
process P
  p_1
  p_2
```

Осигурете чрез семафори синхронизация на работещите копия, така че:

- Инструкцията  $p_2$  на всяко от работещите копия да се изпълни след като инструкция  $p_1$  е завършила изпълнението си в поне 3 работещи копия.

*Упътване:* Освен семафори, ползвайте и брояч.

**Зад. 99 2019-SE-06** Опишете реализацията на комуникационна тръба (pipe) чрез семафори. Предполагаме, че тръбата може да съхранява до  $n$  байта, подредени в обикновена опашка. Тръбата се ползва от няколко паралелно работещи изпращачи/получатели на байтове. Процесите изпращачи слагат байтове в края на опашката, получателите четат байтове от началото на опашката.

**Зад. 100 2020-SE-01** Множество паралелно работещи копия на всеки от процесите  $P$  и  $Q$  изпълняват поредица от три инструкции:

<pre>process P   p_1   p_2   p_3</pre>	<pre>process Q   q_1   q_2   q_3</pre>
--	--

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$  и  $Q$  така, че поне една инструкция  $p_1$  да се изпълни преди всички  $q_2$ , и поне една инструкция  $q_1$  да се изпълни преди всички  $p_2$ .

Обосновете отговора си.

**Зад. 101 2020-SE-02** Множество паралелно работещи копия на всеки от процесите  $P$ ,  $Q$ ,  $R$  и  $W$  изпълняват поредица от две инструкции:

<pre>process P   p_1   p_2</pre>	<pre>process Q   q_1   q_2</pre>	<pre>process R   r_1   r_2</pre>	<pre>process W   w_1   w_2</pre>
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Осигурете чрез семафори синхронизация на работещите копия така, че да са изпълнени едновременно следните условия:

- В произволен момент от времето да работи най-много едно от копията (един-единствен процес глобално).
- Работещите копия да се редуват във времето – първо се изпълнява копие на  $P$  или  $Q$ . След това трябва да се изпълни копие на  $R$  или  $W$ . Следва ново изпълнение на копие на  $P$  или  $Q$  и т.н.

Обосновете отговора си.

**Зад. 102 2020-SE-03** Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от три инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2
p_3	q_3	r_3

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че да се изпълнят едновременно следните изисквания:

- инструкция p\_1 да се изпълни преди q\_2 и r\_2;
- ако q\_2 се изпълни преди r\_2, то и q\_3 да се изпълни преди r\_2;
- ако r\_2 се изпълни преди q\_2, то и r\_3 да се изпълни преди q\_2.

Обосновете отговора си.

**Зад. 103 2021-SE-01** Всеки от процесите  $P$ ,  $Q$  и  $R$  изпълнява поредица от инструкции:

process P	process Q	process R
p_1	q_1	r_1
p_2	q_2	r_2

Процесите  $P$  и  $Q$  са единични, процесът  $R$  се изпълнява в много копия.

Осигурете чрез семафори синхронизация на  $P$ ,  $Q$  и  $R$  така, че да се изпълнят едновременно следните изисквания:

- всички инструкции на  $P$  и  $Q$  да се изпълнят преди инструкция r\_1 на всяко копие на  $R$ ;
- процесите  $P$  и  $Q$  да се изпълнят ефикасно, т.е. да е възможно паралелното им изпълнение, без да се изчакват.