



Макет потоковой обработки данных спутников Sentinel-2

студент 1 курса магистратуры
факультет космических исследований МГУ имени М.В. Ломоносова
Бочка Любовь Андреевна

Научные руководители:
Кашницкий Александр Витальевич, к.т.н
Лупян Евгений Аркадьевич, д.т.н
Институт Космических Исследований Российской Академии наук



Продукты уровня L1C - Top-of-atmosphere



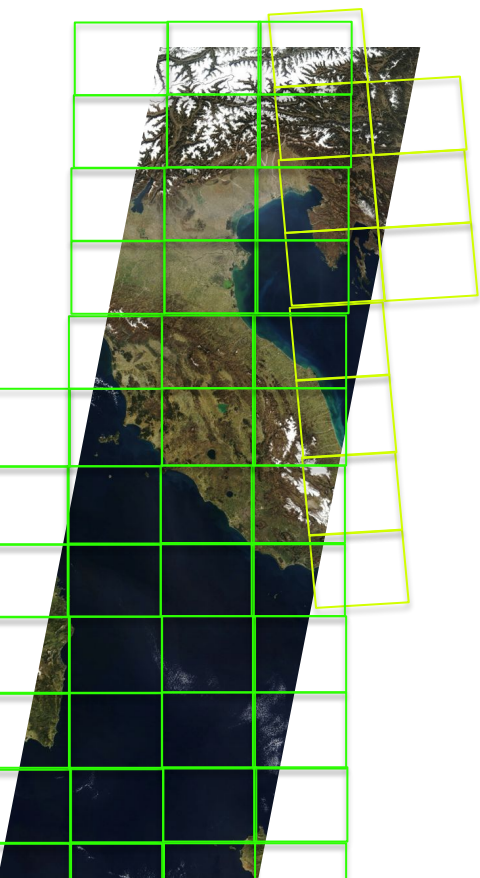
European Space Agency

- Мультиспектральные данные

- B1 (443 нм): 60 м
- B2 (490 нм): 60 м, 20 м, 10 м
- B3 (560 нм): 60 м, 20 м, 10 м
- B4 (665 нм): 60 м, 20 м, 10 м
- B5 (705 нм): 60 м, 20 м
- B6 (740 нм): 60 м, 20 м
- B7 (783 нм): 60 м, 20 м
- B8 (842 нм): 10 м
- B8A (865 нм): 60 м, 20 м
- B9 (945 нм): 60 м, 20 м,
- B11 (1610 нм): 60 м, 20 м
- B12 (2190 нм): 60 м, 20 м

- Маски суши/воды

- Маски облачности



Продукты уровня L2A



European Space Agency

- Синтез в естественных цветах (10 м, 20 м, 60 м);
- Коэффициент отражения на нижней границе атмосферы (10 м, 20 м, 60 м);
- Карта аэрозольной оптической толщины (10 м, 20 м, 60 м);
- Карта водяного пара (10 м, 20 м, 60 м);
- Результат классификации (12 классов) (20 м, 60 м)
- Показатели вероятности снега/льда (20 м, 60 м);
- Показатели вероятности облаков (20 м, 60 м).

Синтез в естественных цветах



до коррекции



после коррекции

Коэффициент отражения на нижней границе атмосферы

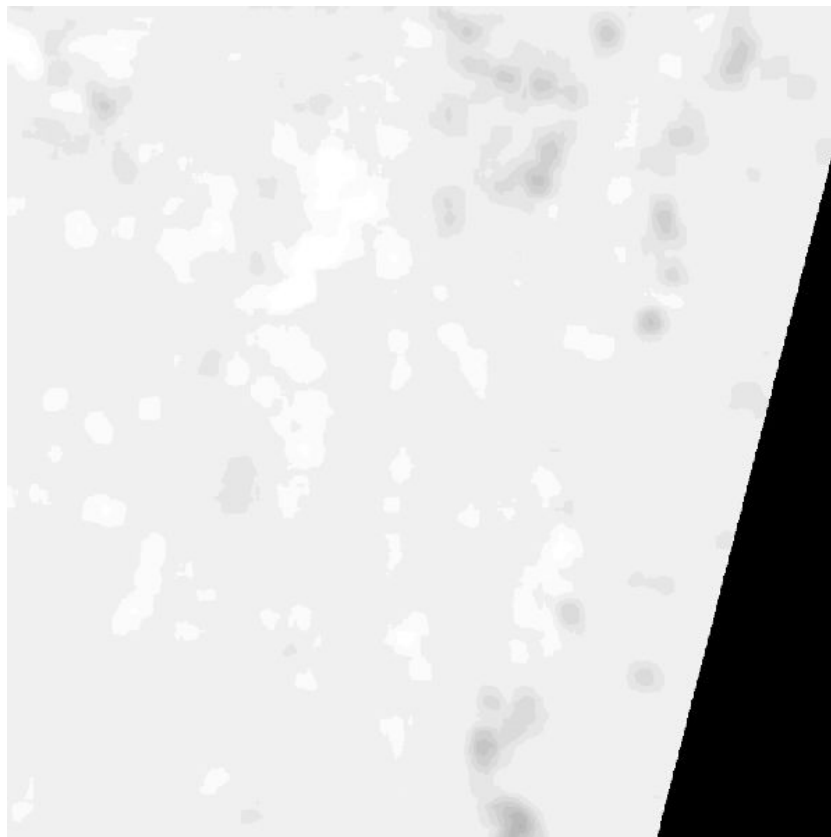
- Величина равная отношению потока излучения, отраженного на нижней границе атмосферы, к потоку, упавшему на границ
- Рассчитывается с использованием алгоритма “Sentinel Atmospheric Correction” (L2A_AtmosCorr)
- Точность: 5%

Каналы:

B1 (443 нм): 60 м
B2 (490 нм): 60 м, 20 м, 10 м
B3 (560 нм): 60 м, 20 м, 10 м
B4 (665 нм): 60 м, 20 м, 10 м
B5 (705 нм): 60 м, 20 м
B6 (740 нм): 60 м, 20 м
B7 (783 нм): 60 м, 20 м
B8 (842 нм): 10 м
B8A (865 нм): 60 м, 20 м
B9 (945 нм): 60 м, 20 м,
B11 (1610 нм): 60 м, 20 м
B12 (2190 нм): 60 м, 20 м

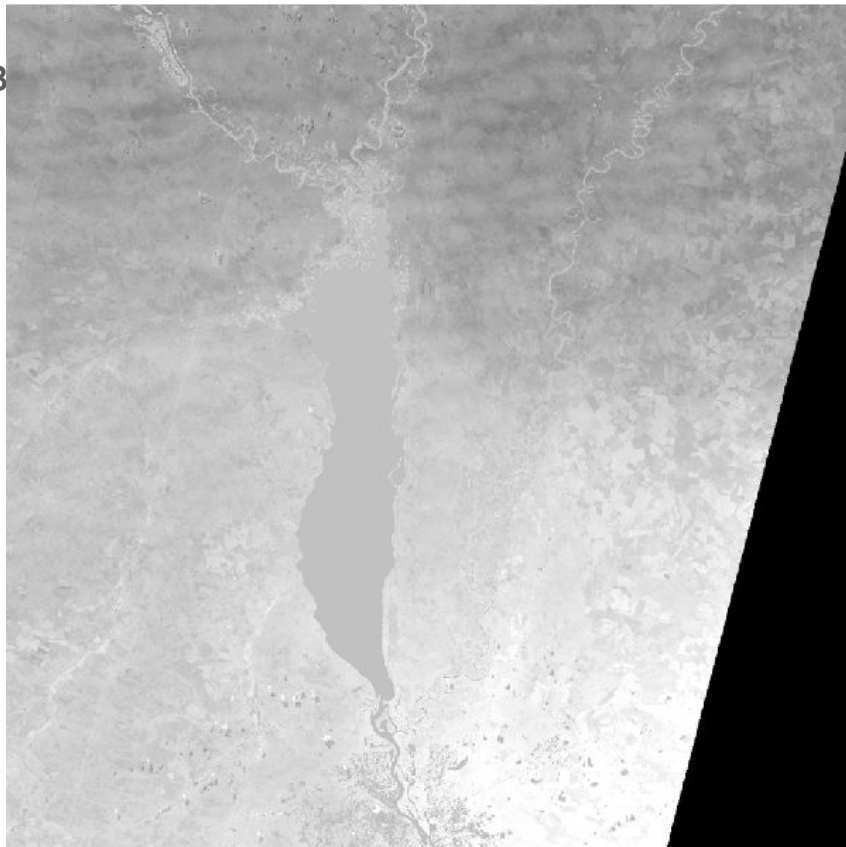
Карта аэрозольной оптической толщины

- Величина, которая характеризует ослабление света в срезе за счет его поглощения рассеяния
- Алгоритм: L2A_Atmos
- Точность: 5 - 10%



Карта водяного пара

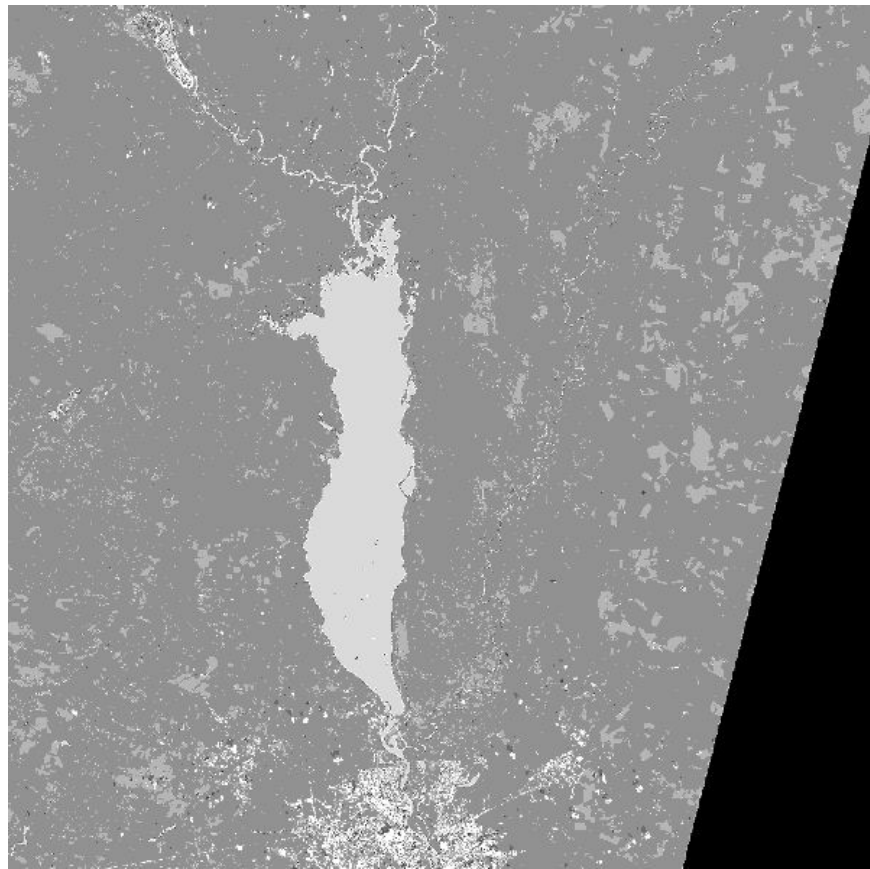
- Концентрация водяного пара в атмосфере
- Алгоритм: L2A_AtmosCor
- Точность: 5 - 10%



Результат классификации (12 классов)

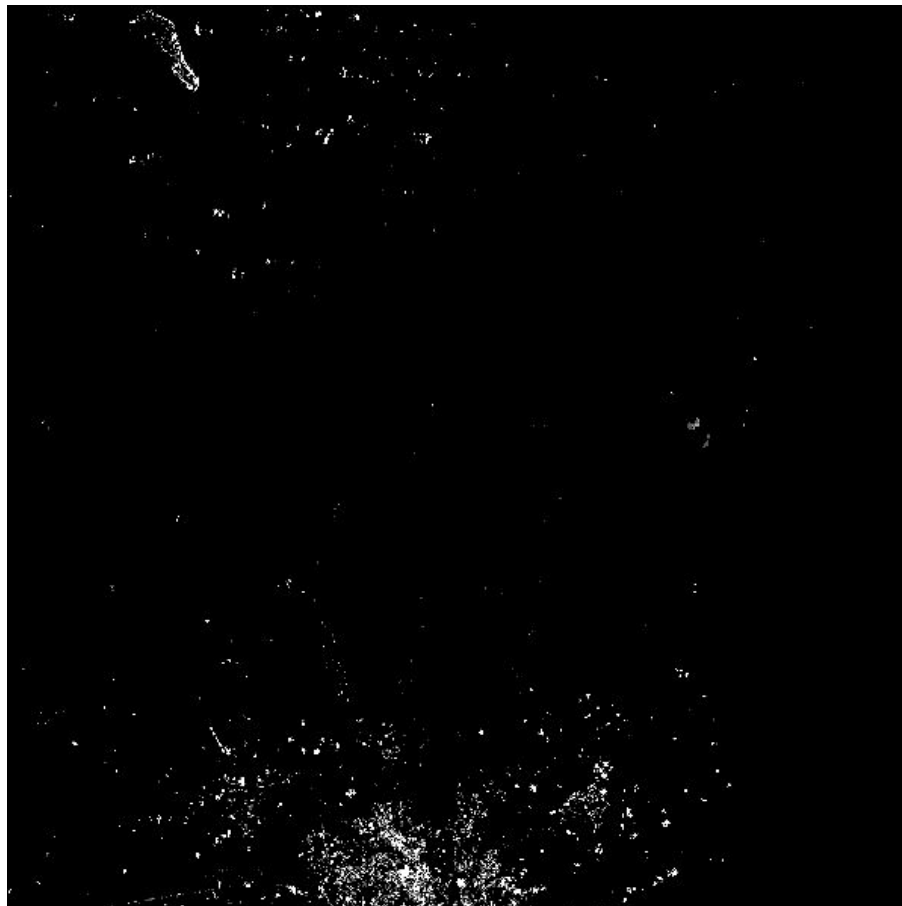
- Алгоритм: L2A_SceneClass
- Точность: $(80 \pm 5)\%$

0	No Data (Missing data) (black)	
1	Saturated or defective pixel (red)	
2	Dark features / Shadows (very dark grey)	
3	Cloud shadows (dark brown)	
4	Vegetation (green)	
5	Not-vegetated (dark yellow)	
6	Water (dark and bright) (blue)	
7	Unclassified (dark grey)	
8	Cloud medium probability (grey)	
9	Cloud high probability (white)	
10	Thin cirrus (very bright blue)	
11	Snow or ice (very bright pink)	



Вероятность облаков

- Алгоритм: L2A_SceneClass

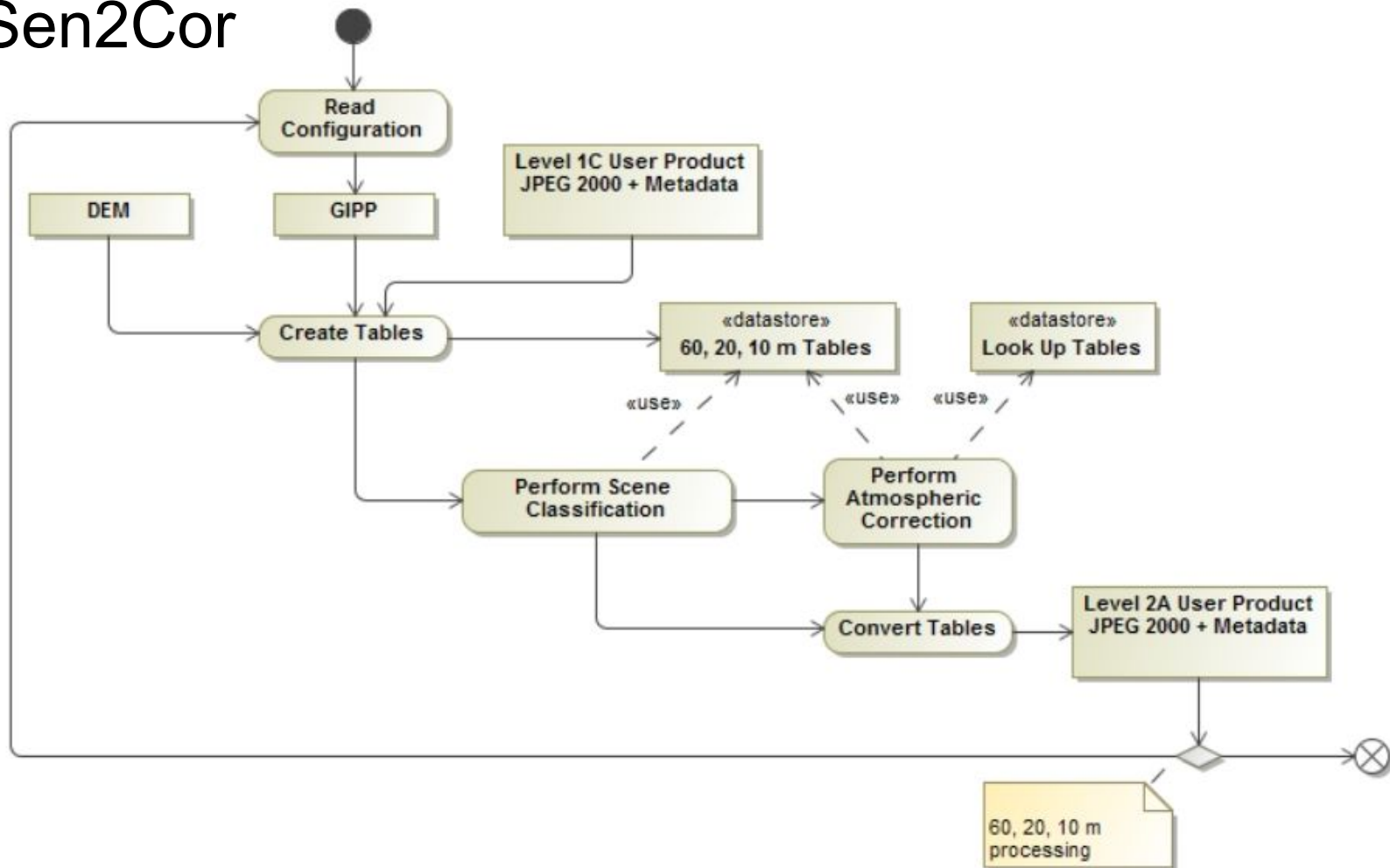


Вероятность снега/льда

- Алгоритм: L2A_SceneClass



Sen2Cor



Sen2Cor (Snap)

File Edit View Analysis Layer Vector Raster Optical Radar Tools Window Help

Search (Ctrl+I)

Product Explorer x Pixel Info

- Metadata
- Index Codings
- Vector Data
- Bands
 - sun
 - view
 - quality
 - quality_aot
 - quality_wvp
 - quality_cloud_confidence
 - quality_snow_confidence
 - quality_scene_classification**
 - B2 (490 nm)
 - B3 (560 nm)
 - B4 (665 nm)
 - B5 (705 nm)
 - B6 (740 nm)

...0m [1] quality_cloud_confidence x [1] quality_snow_confidence x [1] quality_scene_classification x

H-Alpha Pla... Time Series Navigation ~... Colour Ma... x Uncertainty...

Label	Colour	Value	Frequency	Description
NODATA		0	0.000%	No data
WATER		6	14.557%	Water
VEGETATION		4	37.211%	Vegetation
THIN_CIRRUS		10	3.520%	Thin cirrus
CLOUD_SHADOW		3	0.443%	Cloud shad...
CLOUD_LOW_PROBA		7	3.947%	Cloud (low ...
CLOUD_MEDIUM_PROBA		8	2.505%	Cloud (me...
SATURATED_DEFECTIVE		1	0.003%	Saturated ...
SNOW_ICE		11	2.897%	Snow or Ice
BARE_SOIL_DESERT		5	31.051%	Bare soil / ...
CLOUD_HIGH_PROBA		9	3.815%	Cloud (high...
DARK_FEATURE_SHADOW		2	0.051%	Dark featu...

More Options

Product Library Layer Manager Mask Manager

12/15 SENTINEL 2

Sen2Cor (консоль)

```
balabol@balabol: ~/Downloads/data/s2_proc
balabol@balabol:~/Downloads/data/s2_proc$ L2A_Process S2B_MSIL1C_20170809T090549
_N0205_R050_T35UQS_20170809T090755.SAFE --resolution=60

Sentinel-2 Level 2A Processor (Sen2Cor), 2.4.0, created: 2017.06.05 started ...
selected resolution is 60 m.
Progress[%]: 0.18 : PID-9586, L2A_ProcessTile: processing with resolution 60 m,
elapsed time[s]: 0.511
Progress[%]: 0.18 : PID-9586, L2A_ProcessTile: start of pre processing, elapsed
time[s]: 0.000
Progress[%]: 0.30 : PID-9586, L2A_Tables: start import, elapsed time[s]: 0.360
Progress[%]: 0.76 : PID-9586, L2A_Tables: band B01 imported, elapsed time[s]: 1.
349
Progress[%]: 12.81 : PID-9586, L2A_Tables: band B02 imported, elapsed time[s]: 3
5.067
Progress[%]: 25.46 : PID-9586, L2A_Tables: band B03 imported, elapsed time[s]: 3
6.847
Progress[%]: 38.76 : PID-9586, L2A_Tables: band B04 imported, elapsed time[s]: 3
8.716
```


Макет потоковой обработки

Технические характеристики устройства:

Thinkpad x250, core i3, 2100 MHz, RAM 4 GB

OS - Ubuntu 16.04 LTE

Использованный язык программирования: Python

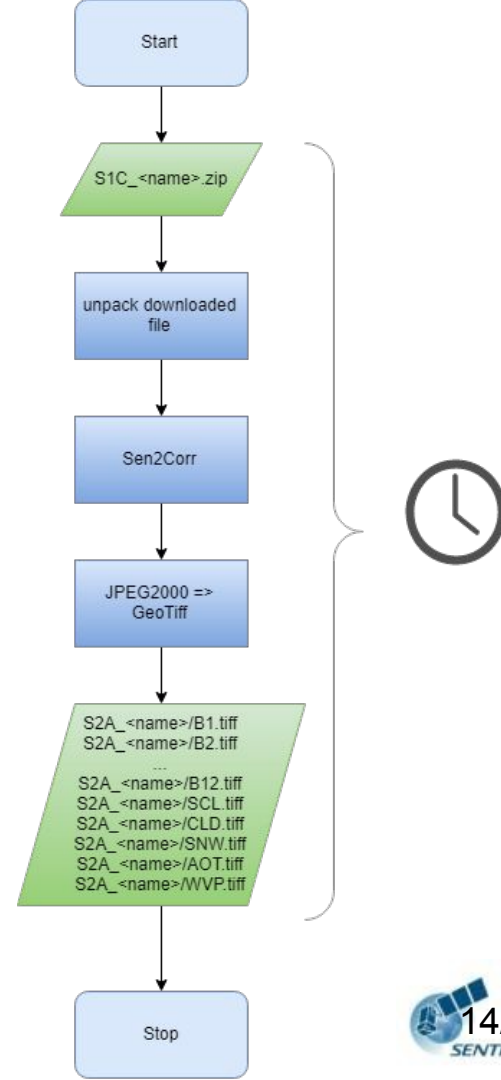
Оценка производительности:

для одного архива с данными

```
for unzip time
--- 9.38990092278 seconds ---
['S2B_MSIL1C_20170809T090549_N0205_R050_T35UQS_20170809T090755.SAFE']
Sen2Cor successful ended
for sen2cor time
--- 329.842852831 seconds ---

for gdal time
--- 0.251007795334 seconds ---

All time:
--- 339.483843803 seconds ---
```



Спасибо за внимание!