## Основы работы с РуСИДА

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

<u>http://www.kimrt.ru</u> Онлайн-курс Суперкомпьютерные <u>технологии в задачах моделирования</u>

Установка. Для установки *РуСиda* потребуется *Python, Numpy, Cuda toolkit, Visual Studio* [1] (С++ компилятор). Установка *Python* рассмотрена в самостоятельной работе «Создание оконных приложений с помощью Python и Tkinter». Установка *Numpy* рассмотрена в самостоятельной работе «Основы работы с библиотеками SciPy и NumPy». Аналогичные вопросы по *Cuda toolkit* и *Visual Studio* рассмотрены в самостоятельных работах «Установка CUDA toolkit» и «Создание OpenGL проекта в Visual Studio». Осталось установить библиотеку *PyCuda*. Для этого перейдем в *cmd* и выполним следующую команду.

pip install pycuda

```
      Image: Командная строка - pip install pycuda
      –
      –
      ×

      Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1526]
      ^
      ^

      (c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.
      ^
      ^

      C:\Users\pinki>pip install pycuda
      _
      ^

      Collecting pycuda
      _
      _

      Using cached pycuda-2021.1.tar.gz (1.7 MB)
      _
      _

      Installing build dependencies ... -_
      _
      _
```

Необходимо добавить путь к *cl.exe* в переменную *PATH*. Программа *cl.exe* — это средство, управляющее компиляторами и компоновщиком Microsoft C++ (MSVC) C и C++ [2]. Для добавления пути в переменную *PATH* перейдите в *Панель управления*  $\rightarrow$  *Система и безопасность*  $\rightarrow$  *Система*. Это можно сделать несколькими способами, например, через папку Это можно компьютер. Перейдите в папку и кликните правой кнопкой мыши на свободное место и выберите пункт *Свойства*. Откроется окно как на картинке ниже, если работа выполняется в операционной системе Windows 10.



## © Золотарев П.А., Колегов К.С. 2022

Нажмите на Дополнительные параметры системы.

Свойства системы					×		
Имя компьюте	Оборудование						
Дополнительно Защи		системы Удаленный дос		ный доступ			
Необходимо иметь права администратора для изменения большинства перечисленных параметров.							
Быстродействие							
Визуальные эффекты, использование процессора, оперативной и виртуальной памяти							
			Пара	метры			
Профили пользователей Параметры рабочего стола, относящиеся ко входу в систему							
Загрузка и восстановление Загрузка и восстановление системы, отладочная информация Параметр <u>ы</u>							
П <u>е</u> ременные среды							
	Ok	(	Отмена	При <u>м</u> ени	ть		

Затем нажмите на кнопку Переменные среды... и найдите переменную Path в списке Системные переменные.

rependention	Значение				
OneDrive	C:\Users\zolotarev.p\OneDrive				
Path	$\label{eq:c:Users} C: Users \ zolotarev.p \ AppData \ Local \ Microsoft \ Windows \ App$				
PyCharm Community Editi	C:\Users\zolotarev.p\PyCharm Community Edition 2021.1.2\bin;				
QtMsBuild	C:\Users\zolotarev.p\AppData\Local\QtMsBuild				
TEMP	C:\Users\zolotarev.p\AppData\Local\Temp				
ТМР	C:\Users\zolotarev.p\AppData\Local\Temp				
	<u>С</u> оздать <u>И</u> зменить <u>У</u> далить				
	<u>С</u> оздать <u>И</u> зменить <u>У</u> далить				
ис <u>т</u> емные переменные	Создать Изменить Удалить				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R	<u>С</u> оздать <u>И</u> зменить <u>Удалить</u> Значение C:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение C:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение С:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT OS	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение С.\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C.\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C.\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\ Windows_NT				
истемные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT OS Path	<u>Создать</u> <u>И</u> зменить <u>Удалить</u> Значение С:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\ Windows_NT C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\tbb\Iatest\redist\intel64\				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT OS Path PATHEXT	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение C:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\ Windows_NT C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\tbb\latest\redist\intel64\ .COM;.EXE;;BAT;.CMD;.VBS;.VBE;JS;JSE;.WSF;.WSH;.MSC;,PY;.PYW				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT OS Path PATHEXT PROCESSOR_ARCHITECTU	<u>Создать</u> <u>Изменить</u> <u>Удалить</u> Значение C:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\ Windows_NT C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\tbb\latest\redist\intel64\ .COM;.EXE;:BAT;.CMD;.VBS;.VBE;.JS;JSE;.WSF;.WSH;.MSC;.PY;.PYW AMD64				
ис <u>т</u> емные переменные Переменная NVCUDASAMPLES11_5_R NVTOOLSEXT_PATH ONEAPI_ROOT OS Path PATHEXT PROCESSOR_ARCHITECTU	<u>Создать</u> <u>Удалить</u> Значение C:\ProgramData\NVIDIA Corporation\CUDA Samples\v11.5 C:\Program Files\NVIDIA Corporation\NvToolsExt\ C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\ Windows_NT C:\Program Files (x86)\Intel\oneAPI\tbb\latest\redist\intel64\ .COM;.EXE;:BAT;.CMD;.VBS;.VBE;JS;JSE;.WSF;.WSF;.WSC;.PY;.PYW AMD64				

© Золотарев П.А., Колегов К.С. 2022

Выделите *Path* и нажмите кнопку изменить. В следующем окне нажмите кнопку создать и в появившуюся пустую строку снизу вставьте расположение файла *cl.exe*. Например *C:\Program Files* (x86)\*Microsoft Visual Studio*\2019\*Community*\*VC*\*Tools*\*MSVC*\14.29.30133\bin\Hostx64\x64. После чего нажмите кнопку *OK*.



Далее необходимо изменить файл *nvcc.profile*. Этот файл находится в папке Cuda toolkit. Например *C:\Program Files\NVIDIA GPU Computing Toolkit\CUDA\v11.5\bin*. Открываем этот файл с помощью текстового редактора и изменяем строку начинающуюся с *INCLUDES*, на *INCLUDES* += "-*I\$(TOP)/include*" "-*I\$(TOP)/include/cudart*" "-*IC:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio\2019\Community\VC\Tools\MSVC\14.29.30133\include*" \$(\_SPACE\_). © Золотарев П.А., Колегов К.С. 2022



В третьих кавычках указывается путь до папки *include* и он может отличаться в зависимости от версии *Visual Studio* и компилятора.

Создание проекта. Открываем PyCharm и создаем новый проект. В проекте создаем файл с расширением «.ру» и добавляем код из листинга 1 [3, 4].

Листинг 1. Обработка матрицы на видеокарте

```
# импорт pycuda
import pycuda.driver as cuda
import pycuda.autoinit
from pycuda.compiler import SourceModule
# импорт питру
import numpy
# генерация массива
a = numpy.random.randn(4, 4)
# преобразование массива
a = a.astype(numpy.float32)
# выделение памяти
a gpu = cuda.mem alloc(a.size * a.dtype.itemsize)
# перенос данных в видеокарту
cuda.memcpy htod(a gpu, a)
# создание модуля из исходного CUDA кода, в котором значения в
исходном массиве удваиваются
mod = SourceModule("""
    global void doublify(float *a)
```

{

```
© Золотарев П.А., Колегов К.С. 2022
      int idx = threadIdx.x + threadIdx.y*4;
      a[idx] *= 2;
    }
    """)
# выполнение функции удвоения
func = mod.get function("doublify")
func(a gpu, block=(4, 4, 1), grid=(1, 1), shared=0)
# создание пустого массива для удвоенных значений
a doubled = numpy.empty like(a)
# перенос данных из видеокарты
cuda.memcpy dtoh(a doubled, a gpu)
# вывод
print("original array:")
print(a)
print("doubled with kernel:")
print(a doubled)
```

Run	: 🧃	example $\times$	\$
		E:\Python\Python39\python.exe E:/Zolotarev/pythonProject1/example.py	
ىر		original array:	
		[[-1.1686319 1.8778508 -0.90286005 0.01760093]	
	<b>ج</b> ۔	[ 0.48073715 -1.4001932 0.9607833 -1.4407432 ]	
==	₽	[-0.83668643 0.23372638 0.9351698 0.49029848]	
_	-	[ 0.53947085 0.20330857 0.28184977 1.1387407 ]]	
*	î.	doubled with kernel:	
		[[-2.3372638 3.7557015 -1.8057201 0.03520187]	
		[ 0.9614743 -2.8003864 1.9215666 -2.8814864 ]	
		[-1.6733729 0.46745276 1.8703396 0.98059696]	
		[ 1.0789417 0.40661713 0.56369954 2.2774813 ]]	
		Process finished with exit code 0	
		🔚 TODO 🛛 Problems 🛛 Terminal 📚 Python Packages 🗬 Python Console 🤇	CENT Log
			Python 3.9

Также можно ознакомиться с дополнительным материалом: инструкция по установке с использованием *anaconda* [5] и *CUDA Python* от *Nvidia* [6].

http://www.kimrt.ru/index/course\_stm/0-24

Проект реализуется победителем Конкурса на предоставление грантов преподавателям магистратуры 2020/2021 благотворительной программы «Стипендиальная программа Владимира Потанина» Благотворительного фонда Владимира Потанина.

## Источники

- 1. Installing PyCuda on Windows. URL: <u>https://wiki.tiker.net/PyCuda/Installation/Windows/</u>
- 2. Compiler Options. URL: <u>https://docs.microsoft.com/ru-</u> ru/cpp/build/reference/compiler-options?view=msvc-170
- 3. Examples. URL: <u>https://github.com/inducer/pycuda/blob/main/examples/demo.py</u>
- 4. Getting started. URL: https://documen.tician.de/pycuda/tutorial.html
- 5. PyCUDA installation on Windows 10. URL: https://www.youtube.com/watch?v=C8kaG2EDWcs
- 6. CUDA Python. URL: https://developer.nvidia.com/cuda-python