

УДК: 004.942

 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.28

## ПРИМЕНЕНИЕ PYTHON ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАКА ТОЧЕК, ИМИТИРУЮЩЕГО ОРТОФОТОПЛАН, НА ОСНОВЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ГРАНИТНОГО КАРЬЕРА МИКАШЕВИЧИ



**Бильдюк Егор Викторович**

Белорусский национальный технический университет, аспирант, Беларусь

**Аннотация.** Статья посвящена анализу работы с программным продуктом ТИМ КРЕДО Маркшейдерия, используя данные гранитного карьера Микашевичи. В статье рассмотрен процесс обработки данных с использованием облаков точек, конвертации форматов и увеличения плотности данных с помощью Python-скриптов. Описаны результаты построения поверхности карьера и ее сравнение с изолиниями, полученными из GIS-программы Surfer. Предложенные методы улучшения обработки данных карьера позволили повысить точность моделирования и снизить затраты на обработку данных.

**Ключевые слова:** ТИМ КРЕДО Маркшейдерия, облако точек, Python-скрипт, конвертация данных, формат .las, интерполяция, геодезические данные, карьера, моделирование, DXF-изолинии, Surfer.

## PYTHON YORDAMIDA GEODEZIK MA'LUMOTLAR ASOSIDA MIKASHEVICH GRANIT KARYERINING ORTOFOTOPLANI O'RNINI BOSADIGAN NUQTALAR BULUTINI HOSIL QILISH

**Bildyuk Egor Viktorovich**

Belarus Milliy Texnika Universiteti, aspirant, Belarus

**Annotatsiya.** Maqola TIM CREDO Marksheyderiya dasturiy mahsuloti bilan ishlash tahliliga bag'ishlangan bo'lib, Mikashevichi granit karyerining ma'lumotlari asosida amalgalashirilgan. Tadqiqotda nuqta bulutlari bilan ishlash jarayoni, formatlarni konvertatsiya qilish va Python skriptlari yordamida ma'lumot zichligini oshirish bosqichlari ko'rib chiqilgan. Karyer yuzasining modellashtirilgan natijalari Surfer GIS dasturidan olingan izoliniyalar bilan solishtirilgan. Taklif etilgan ma'lumotlarni qayta ishlash usullari modellashtirish aniqligini oshirdi va ma'lumotlarni qayta ishslash xarajatlarini kamaytirdi.

**Kalit so'zlar:** TIM CREDO Marksheyderiya, nuqta buluti, Python skripti, ma'lumot konvertatsiyasi, .las formati, apsempling, interpolatsiya, geodezik ma'lumotlar, karyer, modellashtirish, DXF izoliniyalar, Surfer.

## APPLICATION OF PYTHON FOR GENERATING A POINT CLOUD REPLACING THE ORTHOPHOTO PLAN BASED ON GEODETIC DATA OF THE MIKASHEVICH GRANITE QUARRY

Bildyuk Egor Viktorovich

Belarusian National Technical University, postgraduate student, Belarus

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of working with the software product TIM CREDO Mine Surveying using data from the Mikashevichi granite quarry. The study examines the process of data processing using point clouds, format conversion, and data densification through Python scripts. The results of quarry surface modeling and its comparison with contour lines obtained from the GIS software Surfer are presented. The proposed data processing improvement methods have increased modeling accuracy and reduced data processing costs.

**Keywords:** TIM CREDO Mine Surveying, point cloud, Python script, data conversion, .las format, upsampling, interpolation, geodetic data, quarry, modeling, DXF contours, Surfer.

**Введение.** Современное развитие маркшейдерской науки и геоинформационных технологий привело к активному внедрению методов трёхмерного моделирования в задачи горного производства. Одним из ключевых направлений цифровизации горных работ является применение облаков точек для построения высокоточных поверхностей карьеров, анализа геометрических параметров и последующего мониторинга состояния горнотехнических объектов. Облака точек позволяют воспроизводить реальную форму рельефа с высокой степенью детализации, что делает их незаменимым инструментом при выполнении геодезических, маркшейдерских и инженерно-геологических работ.

Однако создание полноценного ортфотоплана или плотного облака точек требует соответствующего оборудования и программного обеспечения, а также наличия данных формата .las, получаемых, как правило, методом лазерного сканирования или аэрофотосъёмки. В тех случаях, когда такие данные отсутствуют, возникает необходимость разработки методов преобразования первичных геодезических измерений в формат, пригодный для дальнейшей 3D-обработки.

В условиях указанной проблемы особую актуальность приобретает применение языков программирования, в частности Python, позволяющего автоматизировать процессы конвертации данных, интерполяции и увеличения плотности облаков точек. Применение пользовательских скриптов делает возможным преобразование исходных координат в требуемый формат .las, создание имитационного облака точек и последующее использование его в

специализированных программных комплексах, таких как ТИМ КРЕДО Маркшейдерия.

В рамках данной работы рассматривается методика формирования облака точек, имитирующего ортфотоплан, на основе геодезических данных гранитного карьера Микашевичи. Особое внимание уделено вопросам конвертации данных, увеличения плотности точек посредством интерполяции, а также построению цифровой модели рельефа с использованием программного продукта ТИМ КРЕДО Маркшейдерия. Полученные результаты сопоставлены с изолиниями, созданными в ГИС-среде Surfer, что позволило оценить точность моделирования и эффективность предложенных подходов.

Таким образом, представленное исследование направлено на развитие современных методов обработки геодезических данных и демонстрацию практической значимости применения Python-скриптов в задачах построения и анализа цифровых моделей карьеров.

**Методология и обсуждение.** Современные методы обработки геодезических данных, такие как работа с облаками точек, становятся важными инструментами в маркшейдерской практике. В данной статье описан опыт работы с программным продуктом ТИМ КРЕДО Маркшейдерия, использующим облака точек для создания моделей карьеров. Для тестирования возможностей программы были использованы данные гранитного карьера Микашевичи, состоящие из 7500 точек, что обеспечило высокую точность построения поверхностей.

Для тестирования возможностей ТИМ КРЕДО был использован набор данных гранитного карьера Микашевичи. Данные,

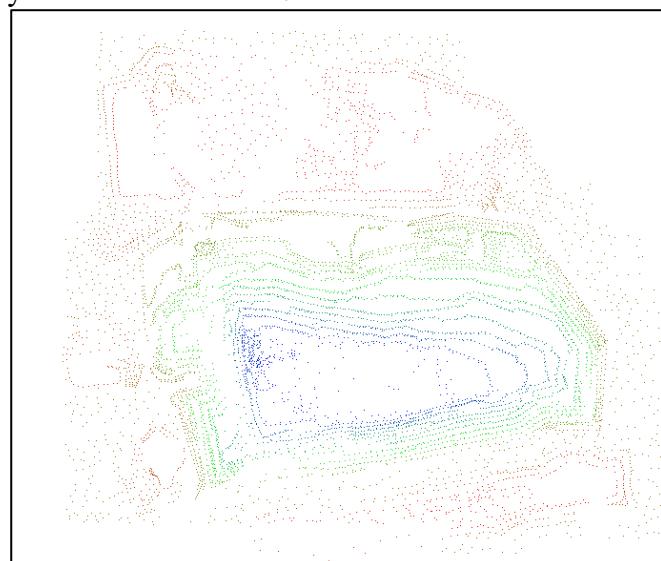
состоящие из 7500 точек, были получены методом геодезической съемки и представлены в текстовом формате с указанием координат ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Однако из-за отсутствия исходного ортофотоплана и файла в формате .las была выполнена конвертация данных и увеличение частоты облака точек с помощью Python-скрипта.



```
 1 convert_and_interpolate.py
 2
 3 # PythonProject\VirtualEnv\Scripts\python.exe myscript.py
 4 #!/usr/bin/python
 5
 6 # convert_and_interpolate.py
 7
 8 # Converts a file containing pairs of numbers into a file containing pairs of numbers
 9 # where each number has been converted by a function.
10 #
11 # Usage: convert_and_interpolate.py <file> <function> <output>
12 #
13 # Example: convert_and_interpolate.py test_time_reversal.txt "lambda x: -x" output.txt
14
15 # This script converts a file containing pairs of numbers into a file containing pairs of numbers
16 # where each number has been converted by a function.
17
18 # The input file contains two columns of numbers, separated by spaces.
19 # The output file will have the same structure, but each number will be converted by the specified function.
20
21 # The function is passed as a string, and it must be a valid Python expression.
22
23 # The output file is named 'output.txt'.
24
25 # The script uses the 'eval' function to evaluate the function string.
26
27 # It also uses the 'map' function to apply the function to each element of the input file.
28
29
30 # Import the required module.
31 import sys
32
33 # Check if the correct number of arguments were provided.
34 if len(sys.argv) != 4:
35     print("Usage: convert_and_interpolate.py <file> <function> <output>")
36     sys.exit(1)
37
38 # Get the input file name, function string, and output file name from the command line arguments.
39 file_name = sys.argv[1]
40 function_string = sys.argv[2]
41 output_file_name = sys.argv[3]
42
43 # Open the input file and read its contents.
44 with open(file_name, 'r') as f:
45     lines = f.readlines()
46
47 # Convert each line into a list of numbers.
48 lines = [line.strip().split(' ') for line in lines]
49
50 # Convert each number in the list to a float.
51 lines = [[float(x) for x in line] for line in lines]
52
53 # Apply the function to each number in the list.
54 lines = [[eval(function_string)(x) for x in line] for line in lines]
55
56 # Write the converted lines to the output file.
57 with open(output_file_name, 'w') as f:
58     f.write("\n".join([" ".join([str(x) for x in line]) for line in lines]))
59
60 # Print a success message.
61 print("Success: converted lines: (%d, %d)" % (len(lines), len(lines[0])))
62
63 # Print the usage information.
64 print("Usage: convert_and_interpolate.py <file> <function> <output>")
```

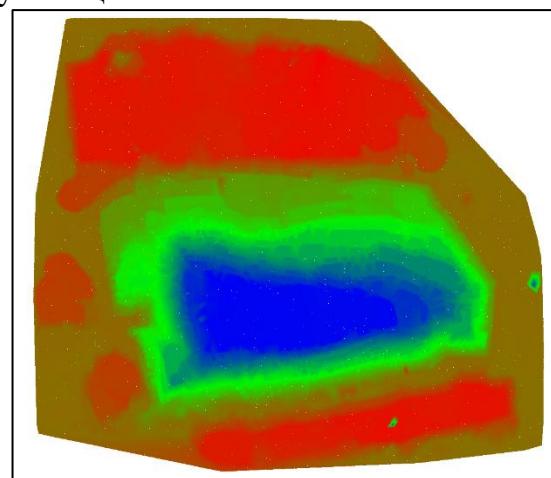
*Рис.1. Скрипт, написанный на языке программирования Python для преобразования текстовых данных в формат .las.*

Главной задачей было импортировать данные в виде облака точек. Ввиду отсутствия ортофотоплана, исходный файл в формате .las отсутствовал, поэтому был использован Python-скрипт, который преобразовал текстовые координаты (x, y, z) в формат .las и выполнил увеличение частоты.



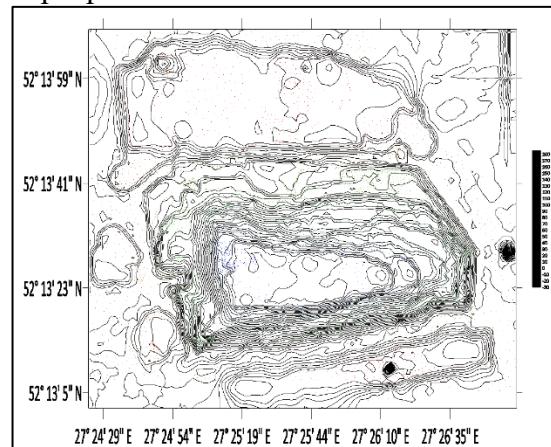
*Рис.2. Облако точек, созданное благодаря скрипту, написанному на языке программирования Python.*

Для улучшения визуальной составляющей и точности скрипт был доработан. После дополнительных манипуляций скрипт производил интерполяцию точек, увеличивая плотность облака точек в более чем 1500 раз. После этого облако точек было импортировано в ТИМ КРЕДО Маркшейдерия для дальнейшей визуализации и анализа.



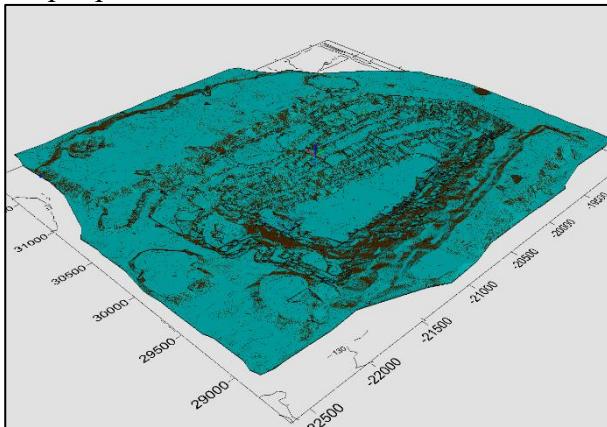
*Рис.3. Облако точек после увеличения частоты в более чем 1500 раз.*

После построения поверхности из облака точек была проведена визуальная проверка на сходство с реальными данными. Увеличенное количество точек, позволило точно воспроизвести контуры карьера. Длина и ширина карьера совпали с реальными данными, что подтвердило правильность работы скрипта и отображения точек. Было также проведено сравнение с изолиниями, импортированными из ГИС программы Surfer.



*Рис.4. Сравнение облака точек с изолиниями, импортированными из ГИС Surfer.*

Работа с программным продуктом ТИМ КРЕДО Маркшейдерия показала высокую эффективность инструмента. Использование Python-скрипта для конвертации и увеличение количества данных(точек) позволило увеличить плотность облака точек и соответственно повысить точность построения поверхности. Это подтверждается совпадением с импортированными изолиниями из ГИС Surfer.



**Рис.5. DXF-модель и облако точек в 3D-представлении.**

**Заключение.** В ходе проведённого исследования была разработана и апробирована методика формирования облака точек, имитирующего ортфотоплан, на основе геодезических данных гранитного карьера Микашевичи. Использование языка программирования Python позволило автоматизировать процесс конвертации исходных текстовых данных в формат .las, существенно увеличить плотность облака точек за счёт интерполяции и тем самым создать высокодетализированную цифровую модель рельефа.

Применение полученного облака точек в программном комплексе ТИМ КРЕДО Маркшейдерия подтвердило точность и корректность преобразованных данных. Построенная поверхность карьера демонстрирует высокую степень соответствия реальным геометрическим параметрам объекта, что подтверждается сравнением с изолиниями, импортированными из ГИС-программы Surfer. Совпадение контуров и рельефных элементов свидетельствует о правильности выбранного подхода и эффективности использования Python-скриптов в задачах маркшейдерского моделирования.

Предложенная методика обладает рядом преимуществ:

- позволяет получить плотное облако точек при отсутствии исходных файлов формата .las;
- сокращает временные и финансовые затраты на подготовку данных;
- повышает точность моделирования поверхности карьера;
- расширяет возможности дальнейшего анализа в специализированных программных комплексах.

Полученные результаты подтверждают, что интеграция Python-инструментов с маркшейдерскими программами является перспективным направлением в обработке пространственных данных. Данный подход может быть использован для подготовки цифровых моделей любого горнотехнического объекта, а также рекомендован для учебных, производственных и исследовательских целей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ТИМ КРЕДО. (n.d.). Маркшейдерия: Руководство пользователя.
- [2] Kim, D., Ga, W., Ahn, P., Joo, D., Chun, S., & Kim, J. (2022). Global-local path networks for monocular depth estimation with vertical CutDepth.
- [3] Zhou, Q., Park, J., & Koltun, V. (2018). Open3D: A modern library for 3D data processing.