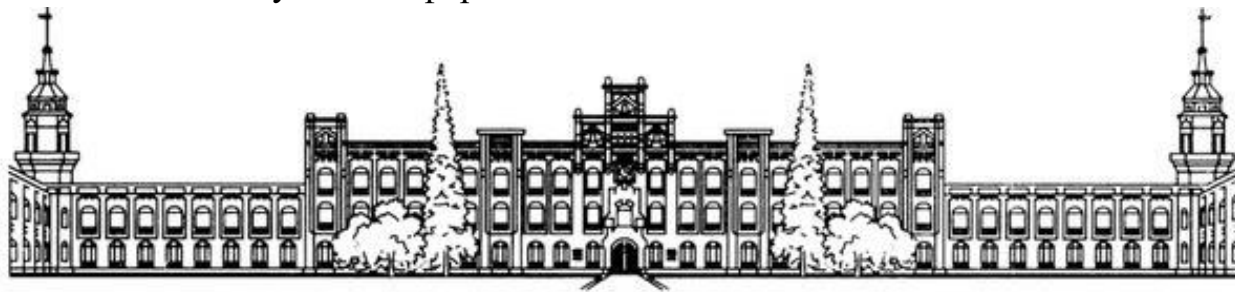


Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
Факультет Інформатики та Обчислювальної Техніки



Кафедра інформаційних систем та технологій

Лабораторна робота №9 з дисципліни «Вступ до технології Data Science»

на тему

«МАКЕТ GIS СИСТЕМИ»

Виконала:
студентка групи ІС-12
Павлова Софія

Перевірив:
Баран Д. Р.

1. Постановка задачі

Мета роботи:

Дослідити виявити та узагальнити особливості впровадження геоінформаційних технологій в процесах Data Science.

Завдання:

В інтересах потенційних замовників – державних та комерційних установ R&D лабораторія провідної IT-компанії розробляє макет GIS системи. Необхідно розробити програмний скрипт Backend – компоненту GIS системи з функціоналом, за рівнями складності.

Завдання II рівня:

Відповідно до технічних умов, табл.1 додатку.

	Тематика за власним вибором
--	-----------------------------

2. Виконання

2.1. Постановка задачі

Сформулюємо задачу з області геоінформаційних технологій.

Задача:

Щороку підлітки США обирають навчальні заклади для вступу. При виборі навчальних закладів їх цікавлять багато критеріїв, але часто перевагу надають найближчим до їх домівки закладам.

За запитом департаменту вищої освіти США необхідно розробити програму, яка наводить перелік найближчих до абітурієнта навчальних закладів відповідного типу.

Доступ до даних розташування навчальних закладів додається.

Датасет:

За вхідні дані візьмемо **карту США** у форматі .shp з сайту: <https://hub.arcgis.com/datasets/1b02c87f62d24508970dc1a6df80c98e/explore?location=41.500292%2C76.909400%2C3.38>.

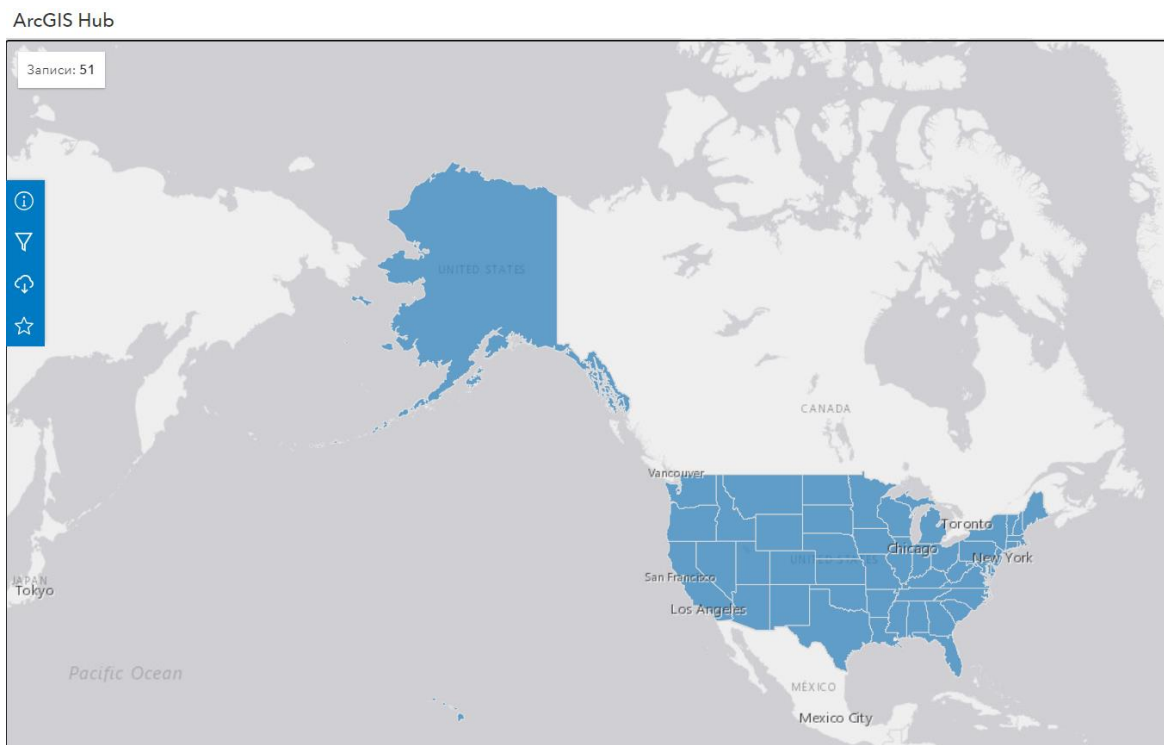


Рисунок 1 – Карта США

Та геодані про навчальні заклади США у .shp форматі з сайту: <https://hifld-geoplatform.opendata.arcgis.com/datasets/geoplatform::colleges-and-universities/explore?location=15.455232%2C80.881622%2C2.62>.

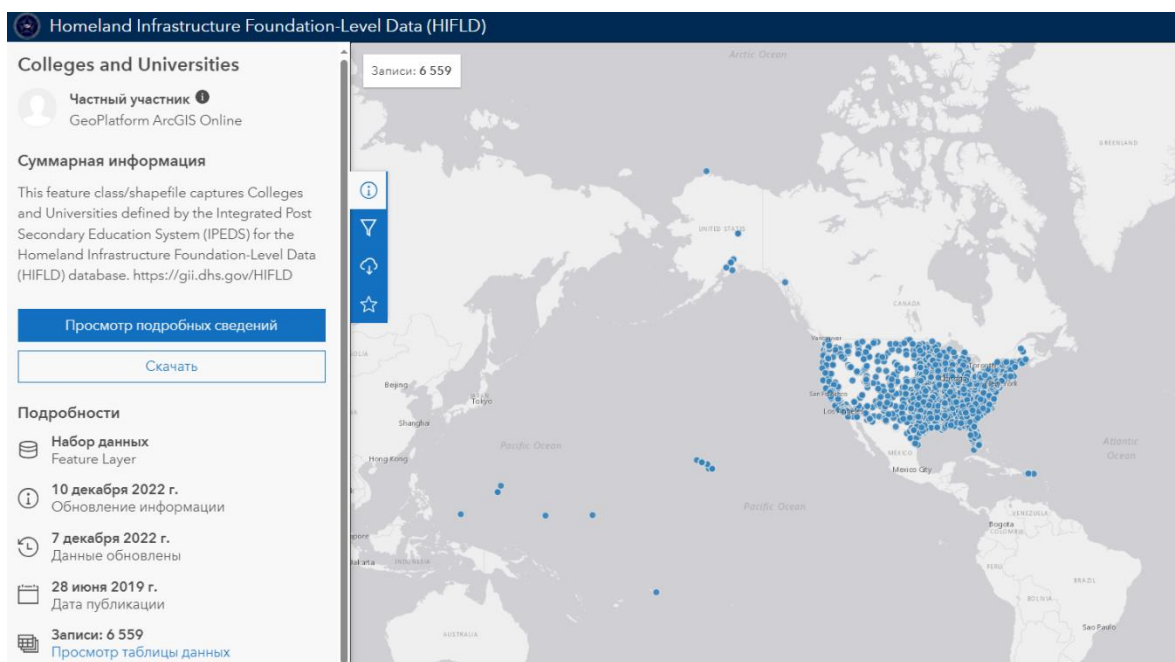


Рисунок 2 – Карта навчальних закладів США

2.2. GIS система

Аналіз вхідних даних

Перед початком роботи з даними, розглянемо структуру файлів «*CollegesUniversities.shp*» з даними про навчальні заклади та «*States_shapefile.shp*» з даними про кордони штатів.

Для цього виведемо назви колонок файлу, конвертованого в [GeoPandas](#). Систему координат використаємо **EPSG:4326**.

Почнемо з файлу «*CollegesUniversities.shp*».

Лістинг коду:

```
import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
from geopy.geocoders import Nominatim
from shapely.geometry import Point
from geopy.distance import geodesic
import warnings
# Відключення попередження SettingWithCopyWarning
warnings.simplefilter(action='ignore', category=Warning)

# Завантаження даних
def load_data(filename_universities, filename_states):
    universities = gpd.read_file(filename_universities)
    states = gpd.read_file(filename_states)

    # Переведення до EPSG:4326
    universities = universities.to_crs('EPSG:4326')
    states = states.to_crs('EPSG:4326')

    return universities, states

# Опис даних
def describe_data(data, title):
    # Колонки
    print(data.columns)
    # Опис даних за колонками
    for column in data.columns:
        unique_values = data[column].unique()
        print(f'\nУнікальні значення у стовпці {column}:\n{unique_values}')
    # Графік
    map_plot(data, title)

    return

if __name__ == '__main__':
    # Завантаження даних
    filename_universities = 'USA/Colleges_and_Universities/CollegesUniversities.shp'
    filename_states = 'USA/States_shapefile.shp'
    universities, states = load_data(filename_universities, filename_states)

    # Візуалізація вхідних даних

    # Навчальні заклади
    describe_data(universities, 'Навчальні заклади США - EPSG:4326')
```

Результат:

```
Index(['OBJECTID', 'IPEDSID', 'NAME', 'ADDRESS', 'CITY', 'STATE', 'ZIP',
      'ZIP4', 'TELEPHONE', 'TYPE', 'STATUS', 'POPULATION', 'COUNTY',
      'COUNTYFIPS', 'COUNTRY', 'LATITUDE', 'LONGITUDE', 'NAICS_CODE',
      'NAICS_DESC', 'SOURCE', 'SOURCEDATE', 'VAL_METHOD', 'VAL_DATE',
      'WEBSITE', 'STFIPS', 'COFIPS', 'SECTOR', 'LEVEL', 'HI_OFFER',
      'DEG_GRANT', 'LOCALE', 'CLOSE_DATE', 'MERGE_ID', 'ALIAS', 'SIZE_SET',
      'INST_SIZE', 'PT_ENROLL', 'FT_ENROLL', 'TOT_ENROLL', 'HOUSING',
      'DORM_CAP', 'TOT_EMP', 'SHELTER_ID', 'geometry'],
      dtype='object')
```

Рисунок 3 – Склад файлу *CollegesUniversities.shp*

Для *CollegesUniversities.shp* зі стовпців, що нас можуть цікавити:

```
Унікальні значення у стовпці NAME:  
['YESHIVA OF FAR ROCKAWAY DERECH AYSON RABBINICAL SEMINARY'  
'UNIVERSAL TRAINING INSTITUTE' 'UNIVERSIDAD ANA G. MENDEZ-CUPEY CAMPUS'  
... 'BAKER COLLEGE - FLINT' 'FRANCISCAN SCHOOL OF THEOLOGY - SAN DIEGO'  
'UNIVERSITY OF MONTANA (THE) - BITTERROOT COLLEGE UNIVERSITY OF MONTANA']
```

Рисунок 4 – Значення *назв навчальних закладів*

```
Унікальні значення у стовпці COUNTRY:  
['USA' 'PRI' 'ASM' 'GUM' 'VIR' 'MHL' 'MNP' 'FSM' 'PLW']
```

Рисунок 5 – Значення *країни*

```
Унікальні значення у стовпці NAICS_DESC:  
['COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS'  
'OTHER TECHNICAL AND TRADE SCHOOLS' 'FINE ARTS SCHOOLS'  
'COSMETOLOGY AND BARBER SCHOOLS' 'JUNIOR COLLEGES' 'COMPUTER TRAINING'  
'BUSINESS AND SECRETARIAL SCHOOLS' 'EDUCATIONAL SUPPORT SERVICES'  
'FLIGHT TRAINING']
```

Рисунок 6 – Значення *типу навчального закладу*

```
Навчальні заклади США - EPSG:4326  
OBJECTID IPEDSID ... SHELTER_ID geometry  
0 1 190752 ... NOT AVAILABLE POINT (-73.74390 40.60049)  
1 2 481429 ... NOT AVAILABLE POINT (-74.26990 40.51034)  
2 3 241739 ... NOT AVAILABLE POINT (-66.06161 18.38694)  
3 4 455071 ... NOT AVAILABLE POINT (-90.38772 38.60324)  
4 5 455141 ... NOT AVAILABLE POINT (-79.02677 35.92794)  
  
[5 rows x 44 columns]
```

Рисунок 7 – Вигляд опису кожної точки файлу *CollegesUniversities.shp*

З графіку розподілу точок по координатах широти й довготи видно, що деякі дані виходять за межі країни США, тому їх треба відсіяти.

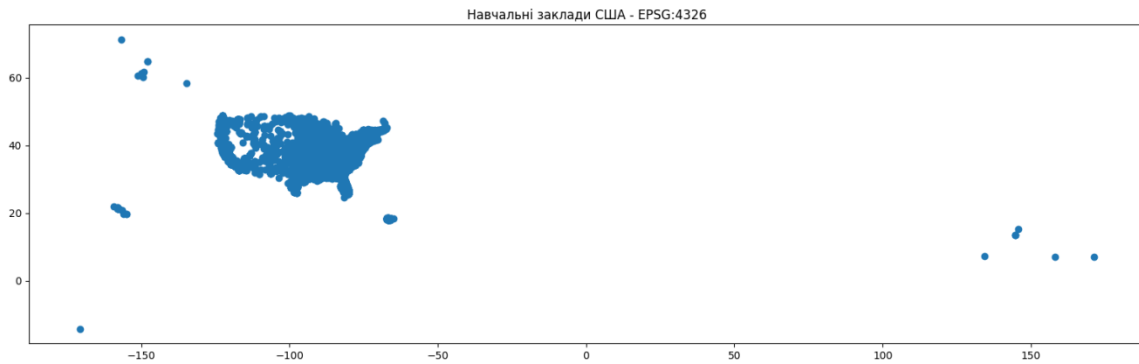


Рисунок 8 – Графік навчальних закладів США

Перейдемо до аналізу вмісту файлу «*States_shapefile.shp*».

Лістинг коду:

```
if __name__ == '__main__':
    [...]
    # Штати
    describe_enry_data(states, 'США - EPSG:4326')
```

Результат:

```
Index(['FID', 'Program', 'State_Code', 'State_Name', 'Flowing_St', 'FID_1',
      'geometry'],
      dtype='object')
```

Рисунок 9 – Склад файлу *States_shapefile.shp*

Для *States_shapefile.shp* зі стовпців, що нас можуть цікавити:

```
Унікальні значення у стовпці State_Name:
['ALABAMA' 'ALASKA' 'ARIZONA' 'ARKANSAS' 'CALIFORNIA' 'COLORADO'
 'CONNECTICUT' 'DELAWARE' 'DISTRICT OF COLUMBIA' 'FLORIDA' 'GEORGIA'
 'HAWAII' 'IDAHO' 'ILLINOIS' 'INDIANA' 'IOWA' 'KANSAS' 'KENTUCKY'
 'LOUISIANA' 'MAINE' 'MARYLAND' 'MASSACHUSETTS' 'MICHIGAN' 'MINNESOTA'
 'MISSISSIPPI' 'MISSOURI' 'MONTANA' 'NEBRASKA' 'NEVADA' 'NEW HAMPSHIRE'
 'NEW JERSEY' 'NEW MEXICO' 'NEW YORK' 'NORTH CAROLINA' 'NORTH DAKOTA'
 'OHIO' 'OKLAHOMA' 'OREGON' 'PENNSYLVANIA' 'RHODE ISLAND' 'SOUTH CAROLINA'
 'SOUTH DAKOTA' 'TENNESSEE' 'TEXAS' 'UTAH' 'VERMONT' 'VIRGINIA'
 'WASHINGTON' 'WEST VIRGINIA' 'WISCONSIN' 'WYOMING']
```

```

Унікальні значення у стовпці State_Code:
['AL' 'AK' 'AZ' 'AR' 'CA' 'CO' 'CT' 'DE' 'DC' 'FL' 'GA' 'HI' 'ID' 'IL'
 'IN' 'IA' 'KS' 'KY' 'LA' 'ME' 'MD' 'MA' 'MI' 'MN' 'MS' 'MO' 'MT' 'NE'
 'NV' 'NH' 'NJ' 'NM' 'NY' 'NC' 'ND' 'OH' 'OK' 'OR' 'PA' 'RI' 'SC' 'SD'
 'TN' 'TX' 'UT' 'VT' 'VA' 'WA' 'WV' 'WI' 'WY']

```

Рисунок 10 – Значення назв та кодів штатів

```

США - EPSG:4326
  FID  ...      geometry
0    1  ...  POLYGON ((-85.07007 31.98070, -85.11515 31.907...
1    2  ...  MULTIPOLYGON (((-161.33379 58.73325, -161.3824...
2    3  ...  POLYGON ((-114.52063 33.02771, -114.55909 33.0...
3    4  ...  POLYGON ((-94.46169 34.19677, -94.45262 34.508...
4    5  ...  MULTIPOLYGON (((-121.66522 38.16929, -121.7823...

[5 rows x 7 columns]

```

Рисунок 11 – Вигляд опису полігонів файлу *States_shapefile.shp*

Візуалізуємо графік кордонів штатів США.

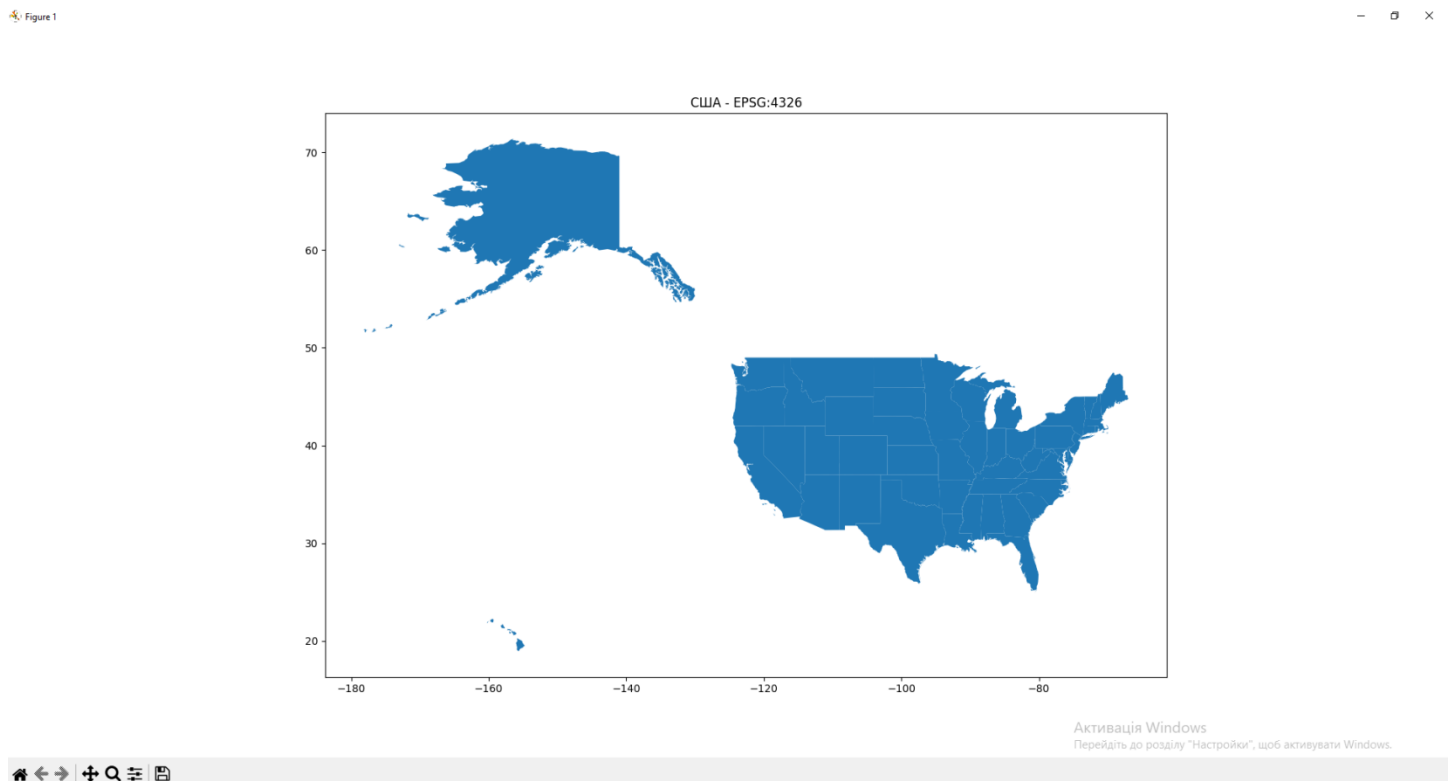


Рисунок 12 – Графік контурів штатів США

Фільтрація даних

Відсіємо дані про навчальні заклади, які не належать до територій США. Зробимо це через значення колонки з назвою країни.

Лістинг коду:

```
# Фільтрація

# Фільтрація закладів у межах США
universities_usa = universities[universities['COUNTRY'] == 'USA']
# Візуалізація результату фільтрації
map_plot(universities_usa, 'Навчальні заклади в межах США на карті')
```

Результат:

У результаті отримаємо точки, що вже значно більше нагадують карту США.

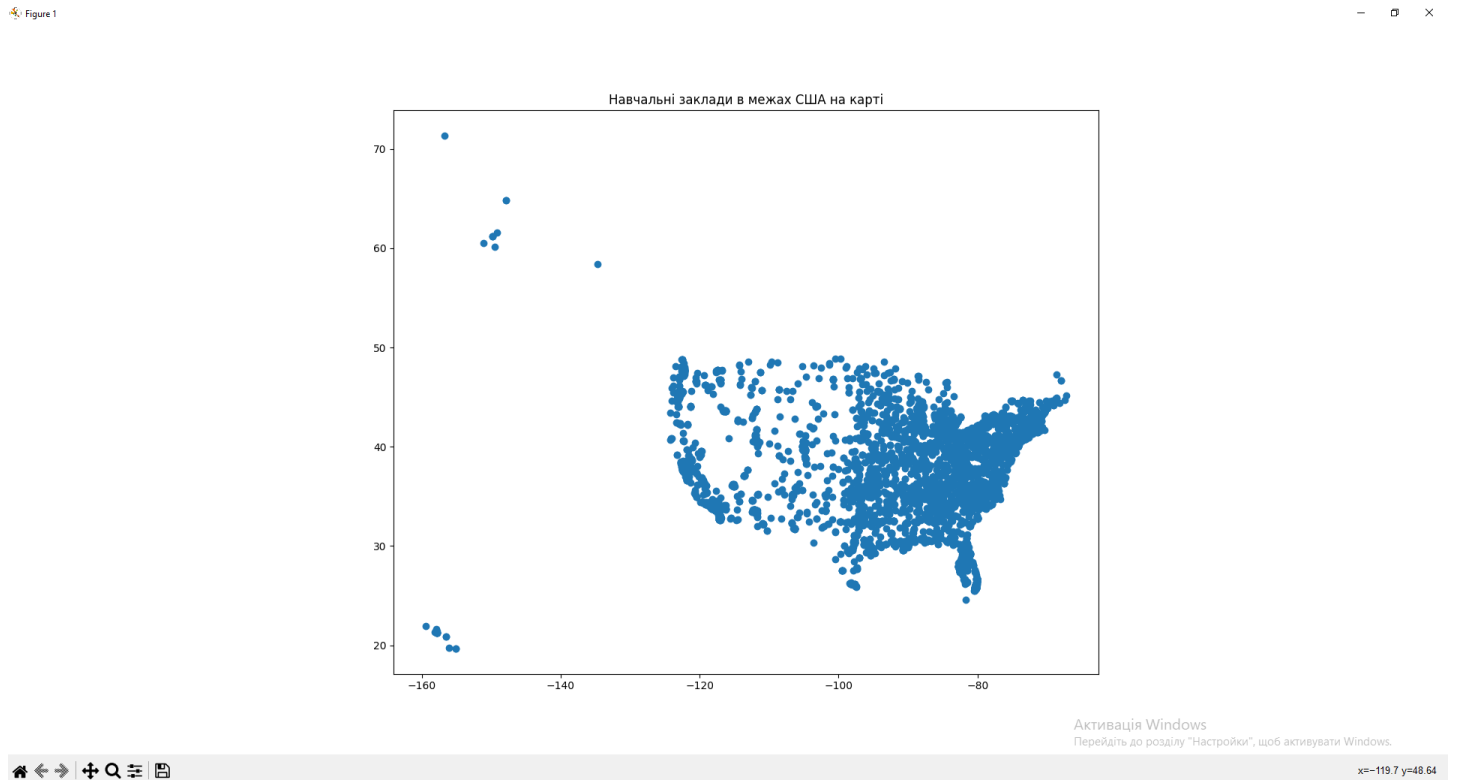


Рисунок 13 – Навчальні заклади суто в межах США

Для більшої наочності накладемо фільтровані дані на кордони карти і відобразимо різними кольорами типи навчальних закладів. Це зображення буде для нас у нагоді при подальшому аналізі.

Лістинг коду:

```
filter_plot(states, universities_usa, 'NAICS_DESC', False, None, 'Навчальні заклади в межах США на карті')
```

Результат:

За допомогою такої карти можемо оцінити розподіл навчальних закладів територією США.

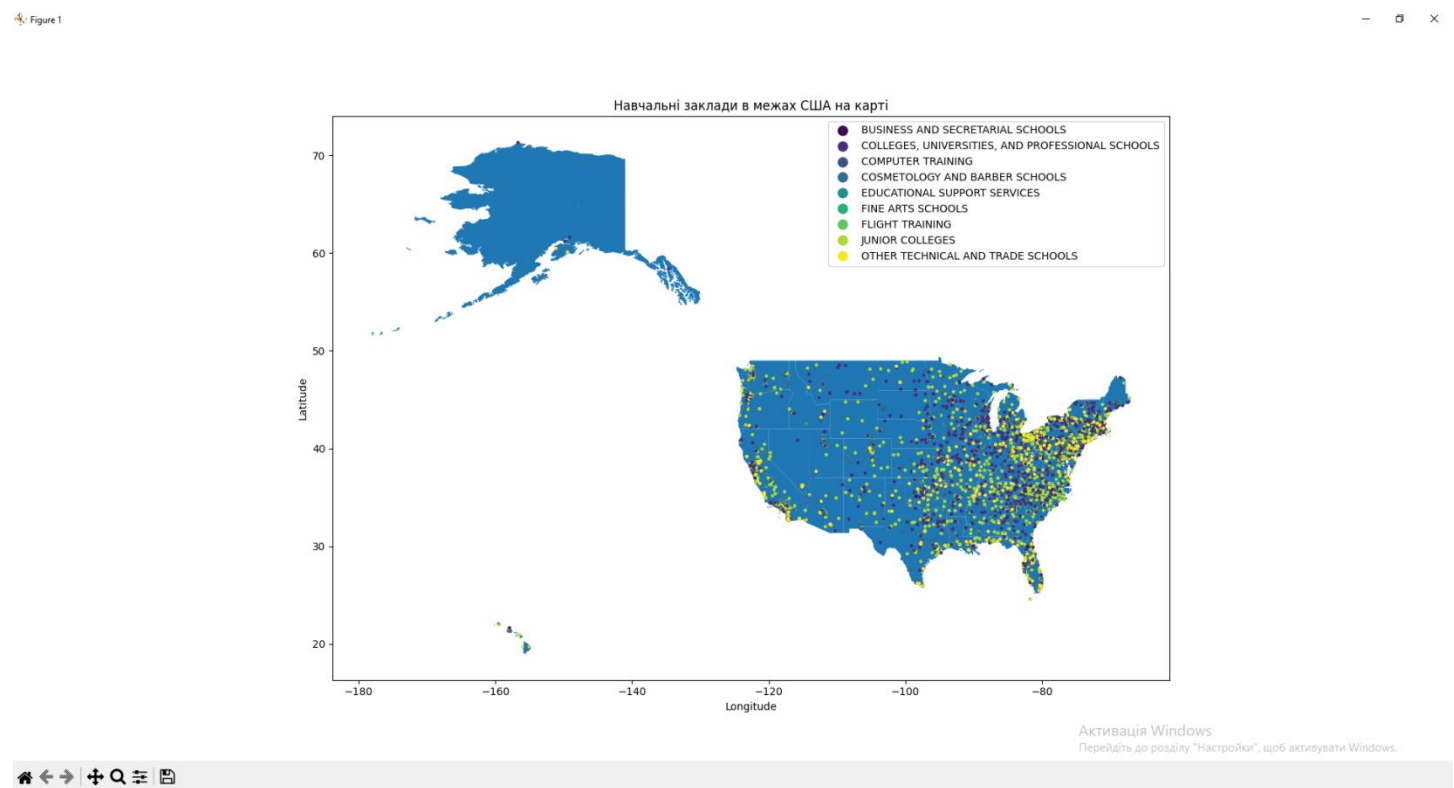


Рисунок 14 – Фільтрація навчальних закладів у межах США за типом

Попередній аналіз та підготовку даних виконано. Дані готові до використання.

Визначення координат за адресою

Побудуємо програму так, щоб користувач вводив свою адресу, а програма автоматично визначала координати цієї адреси.

Для цього використаємо можливості бібліотеки [GeoPy](#).

Лістинг коду:

```
# Вибір місцезнаходження користувача
def choose_location():
    user_address = input('\nУведіть Вашу адресу:')
    user_latitude, user_longitude = locate_address(user_address)

    return user_latitude, user_longitude

# Визначення координат адреси користувача
def locate_address(address):
    # Створення геолокатора
    geolocator = Nominatim(user_agent="your_app_name")
    # Геолокація за адресою
    location = geolocator.geocode(address)
    print('\nКоординати адреси користувача:')
    print(f'({location.latitude}, {location.longitude})')

    return location.latitude, location.longitude
```

Результат:

У результаті отримуємо широту й довготу зазначеної адреси.

```
Уведіть Вашу адресу:121 N LaSalle St, Chicago

Координати адреси користувача:
(41.88341706625744, -87.632303164487)
```

Рисунок 15 – Координати адреси користувача

Визначення штату за координатами

Для цієї задачі перевіримо, чи немає знайденої точки в координатах полігонів штатів.

Лістинг коду:

```
# Визначення до якого штату належить користувач
def detect_user_state(user_longitude, user_latitude, states):
    user_location = Point(user_longitude, user_latitude)

    user_state = None
    for index, state in states.iterrows():
        if user_location.within(state['geometry']):
            user_state = state['State_Name']
            user_state_code = state['State_Code']
            break
    if user_state:
        print(f'\nВаше місцезнаходження належить штату {user_state} ({user_state_code})')
    else:
        print('\nНе вдалося визначити штат для вашого місцезнаходження')

    return
```

Результат:

У результаті отримаємо назву штату з указаних координат.

```
Уведіть Вашу адресу:121 N LaSalle St, Chicago

Координати адреси користувача:
(41.88341706625744, -87.632303164487)

Ваше місцезнаходження належить штату ILLINOIS (IL)
```

Рисунок 16 – Штат адреси користувача

Здійснимо **верифікацію** отриманої інформації за допомогою **Google Maps**.

Порівняємо отримані від користувача координати з реальною міткою, що відповідає введений адресі на Google Maps.

Порівняємо також отриманий штат з реальним штатом за адресою.

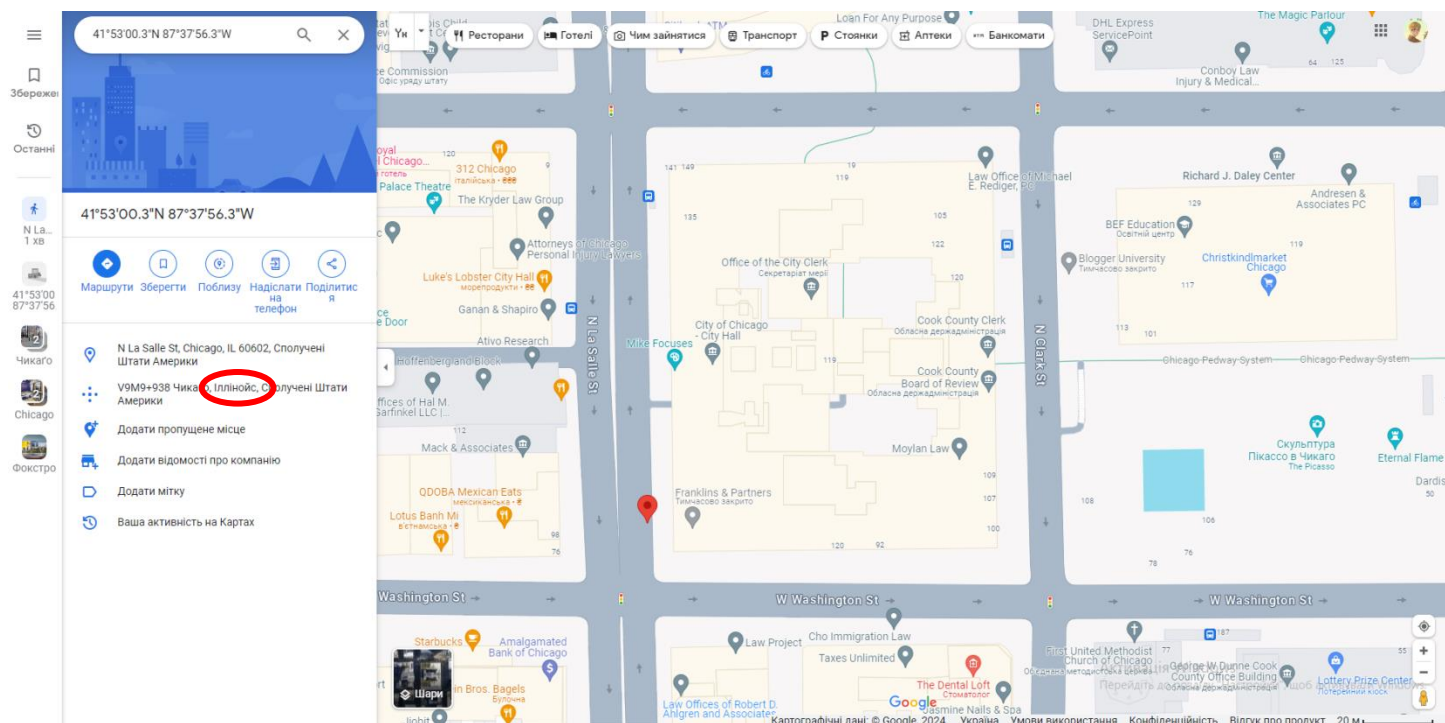


Рисунок 17 – Отримані за адресою координати на Google Maps

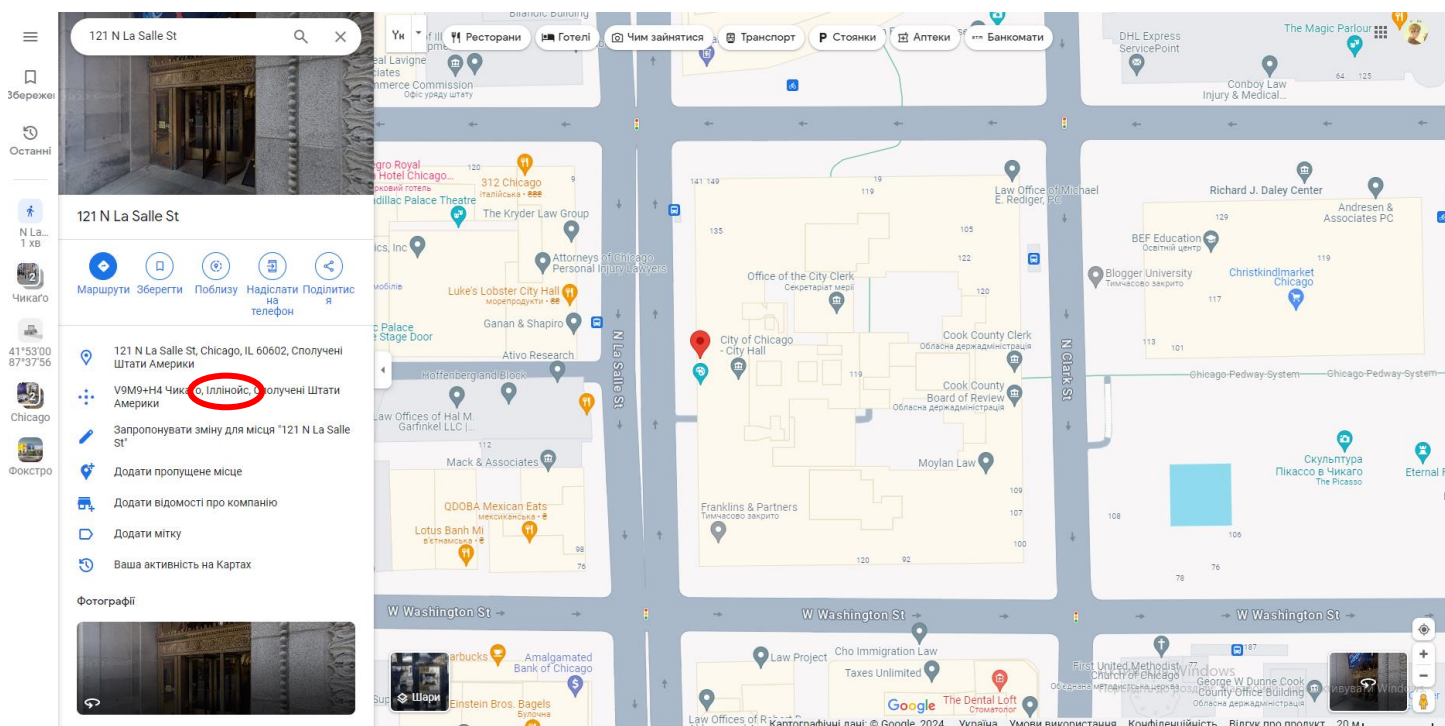


Рисунок 18 – Реальна адреса на Google Maps

Бачимо, що мітка відображає ту ж будівлю, але має незначні неточності в метрах. Натомість штат визначено правильно.

Фільтрація за типом навчального закладу

Виконаємо програму таким чином, що користувач вводить дані з переліку запропонованих щодо шуканого типу навчального закладу. Візуалізуємо розподіл навчальних закладів обраного типу на мапі США та підрахуємо їх загальну кількість.

Лістинг коду:

```
# Вибір типу навчального закладу
def choose_location_type():
    print('\nУведіть бажаний тип навчального закладу:')
    # Знаходження унікальних значень типів навчальних закладів
    types = universities_usa['NAICS_DESC'].unique()
    for i in range(len(types)):
        print(i + 1, '-', types[i])
    facility_type = int(input('type:'))
    print('\nОбраний тип закладів:')
    print(types[facility_type - 1])

    return types[facility_type - 1]

# Визначення типу навчального закладу
facility_type = choose_location_type()
# Вибір закладів обраного типу
selected_facilities = data[data['NAICS_DESC'] == facility_type]
# Вивід кількості даних
print(f'\nКількість навчальних закладів типу {facility_type}:')
print(len(selected_facilities))

# Візуалізація графіку
filter_plot(states, selected_facilities, 'STATE', True, user_location, f'Навчальні заклади типу {facility_type}')
```

Результат:

У результаті отримаємо графік розподілу фільтрованих за типом навчального закладу даних з додатковою сегментацією в кольорах по штатах, у яких ці навчальні заклади розміщені. Червоною точкою на графіку позначено розташування користувача.

```
Обраний тип закладів:
COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS

Кількість навчальних закладів типу COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS:
2505
```

Рисунок 19 – Кількість навчальних закладів обраного типу в США

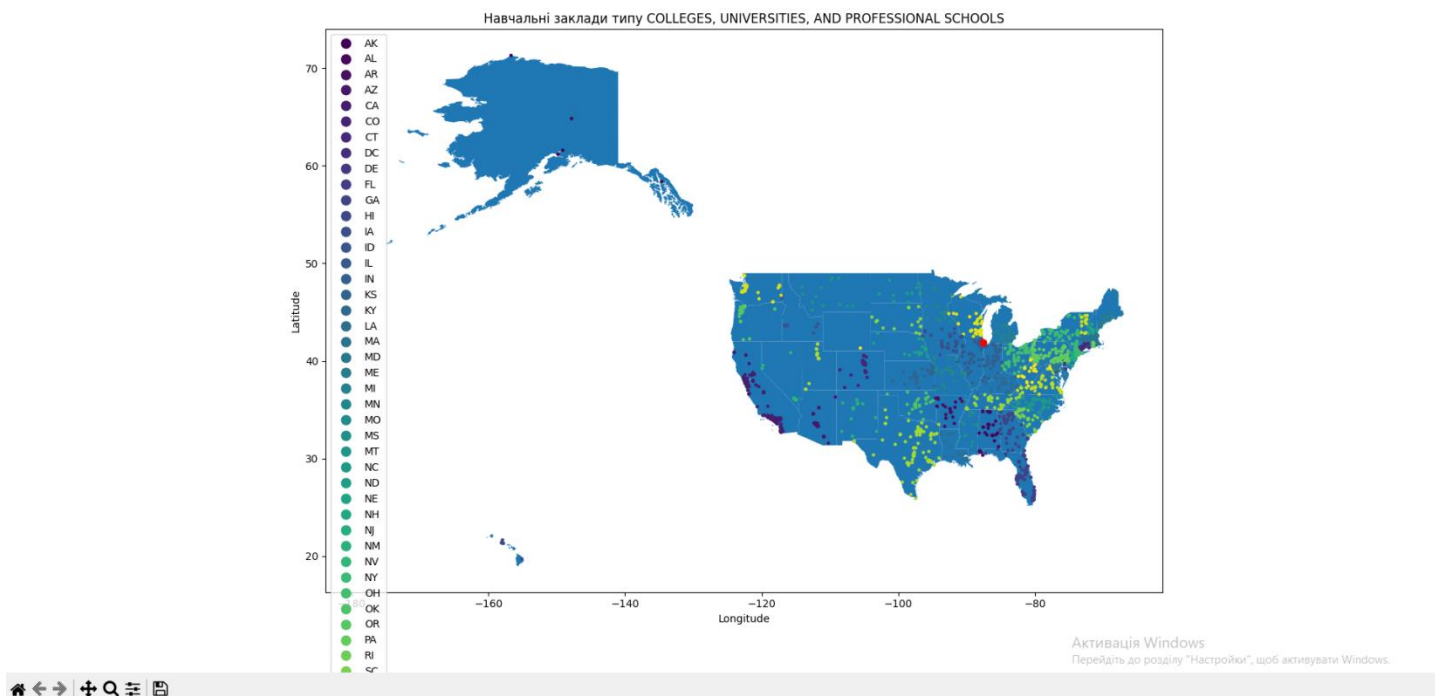


Рисунок 20 – Розподіл навчальних закладів обраного типу за штатами

Визначення відстані

Визначимо відстань для вибору N найближчих до користувача навчальних закладів обраного типу.

Для того, щоб відстань відображалась у «**км**», переведемо дані про розташування користувача з градусної міри в метрову і порахуємо відстань між двома точками функцією *geodesic()*.

Лістинг коду:

```
# Обчислення відстаней до всіх закладів
selected_facilities['distance'] = selected_facilities['geometry'].apply(
    lambda x: geodesic((x.y, x.x), (Point(user_location).y,
Point(user_location).x)).kilometers)

print(f'\nВідстані до навчальних закладів типу {facility_type}')
print(selected_facilities['distance'])
```

Результат:

У результаті отримаємо наступні значення інтегрованої оцінки.

```
Відстані до навчальних закладів типу COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS
0      1171.592647
9      1044.776254
10     1581.516263
11     4554.659786
12     1653.961563
...
6529    1605.020193
6530    1334.283299
6532    1693.498796
6535     436.320430
6540    1151.274422
Name: distance, Length: 2505, dtype: float64
```

Рисунок 21 – Відстані від користувача до навчальних закладів обраного типу

Визначення N найближчих

Для визначення N найближчих навчальних закладів, відсортуємо в порядку зростання отриманий на попередньому кроці масив відстаней і оберемо N перших рядків.

Виведемо N перших рядків відсортованого масиву, роблячи акцент на дистанції в км від місця знаходження користувача до поточного навчального закладу. Виведемо також назви обраних навчальних закладів.

Лістинг коду:

```
# Сортування за відстанню та вибір перших num_locations записів
nearest_locations = selected_facilities.sort_values(by='distance').head(num_locations)
print(f'\nНайближчі {num_locations} навчальних закладів типу {facility_type}')
print(nearest_locations)
print(f'\nНазви найближчих {num_locations} навчальних закладів типу {facility_type}')
print(nearest_locations['NAME'])

# Візуалізація графіку
filter_plot(states, nearest_locations, 'STATE', True, user_location, f'Найближчі до Вас
навчальні заклади типу {facility_type}')
```


Результат:

Найближчі 10 навчальних закладів типу COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS

	OBJECTID	IPEDSID	...	geometry	distance
1223	1224	143978	...	POINT (-87.63379 41.88829)	0.555481
1080	1081	142832	...	POINT (-87.62565 41.88663)	0.657018
5297	5298	442842	...	POINT (-87.62549 41.88659)	0.666342
1134	1135	147536	...	POINT (-87.62492 41.88020)	0.709907
1207	1208	146241	...	POINT (-87.62845 41.87760)	0.720652
2269	2270	409254	...	POINT (-87.63209 41.89059)	0.796992
2495	2496	148335	...	POINT (-87.62707 41.87628)	0.904226
1106	1107	145886	...	POINT (-87.62740 41.87598)	0.920968
1100	1101	142887	...	POINT (-87.62480 41.87712)	0.936581
5583	5584	143048	...	POINT (-87.62141 41.87965)	0.996401

[10 rows x 45 columns]

Назви найближчих 10 навчальних закладів типу COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS

1223	THE CHICAGO SCHOOL OF PROFESSIONAL PSYCHOLOGY ...
1080	ADLER UNIVERSITY
5297	PACIFIC COLLEGE OF HEALTH SCIENCE-CHICAGO
1134	NATIONAL LOUIS UNIVERSITY
1207	THE JOHN MARSHALL LAW SCHOOL
2269	ERIKSON INSTITUTE
2495	ROBERT MORRIS UNIVERSITY ILLINOIS
1106	INSTITUTE FOR CLINICAL SOCIAL WORK
1100	AMERICAN ACADEMY OF ART
5583	SCHOOL OF THE ART INSTITUTE OF CHICAGO

Name: NAME, dtype: object

Рисунок 22 – Найменші відстані та назви навчальних закладів

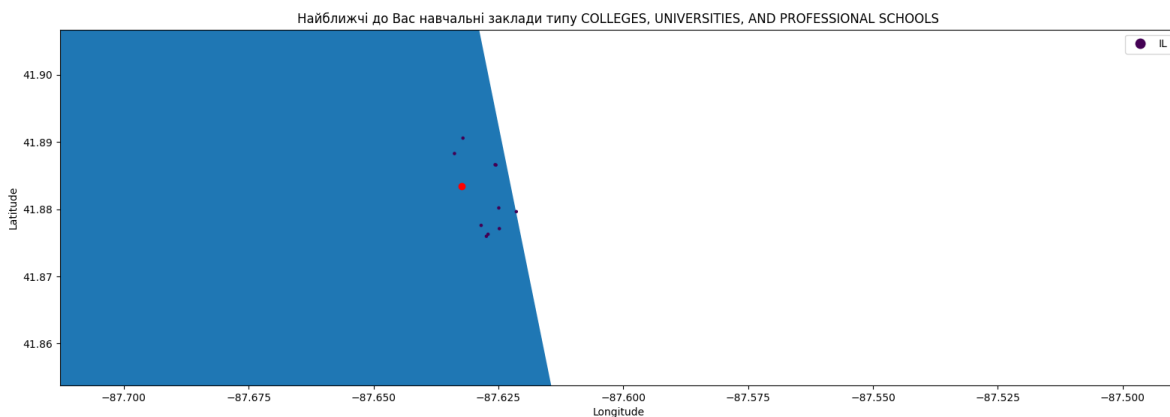


Рисунок 23 – Розподіл найближчих навальних закладів обраного типу до користувача

З графіка видно, що всі заклади знаходяться дуже близько до користувача, а цифри вказують на те, що вони всі знаходяться в межах 1 км від домівки абітурієнта.

Верифікація розв’язку

Переконаємось, що отримані значення відстані реальні. Використаємо для цього **Google Maps**. Хоч Google Maps не знаходить найкоротшу відстань між об’єктами, на адекватність отриманий результат оцінити ми зможемо.

Місце знаходження користувача ми вже перевіряли, тому визначимо відстань від користувача до найближчого навчального закладу з переліку – **THE CHICAGO SCHOOL OF PROFESSIONAL PSYCHOLOGY**.

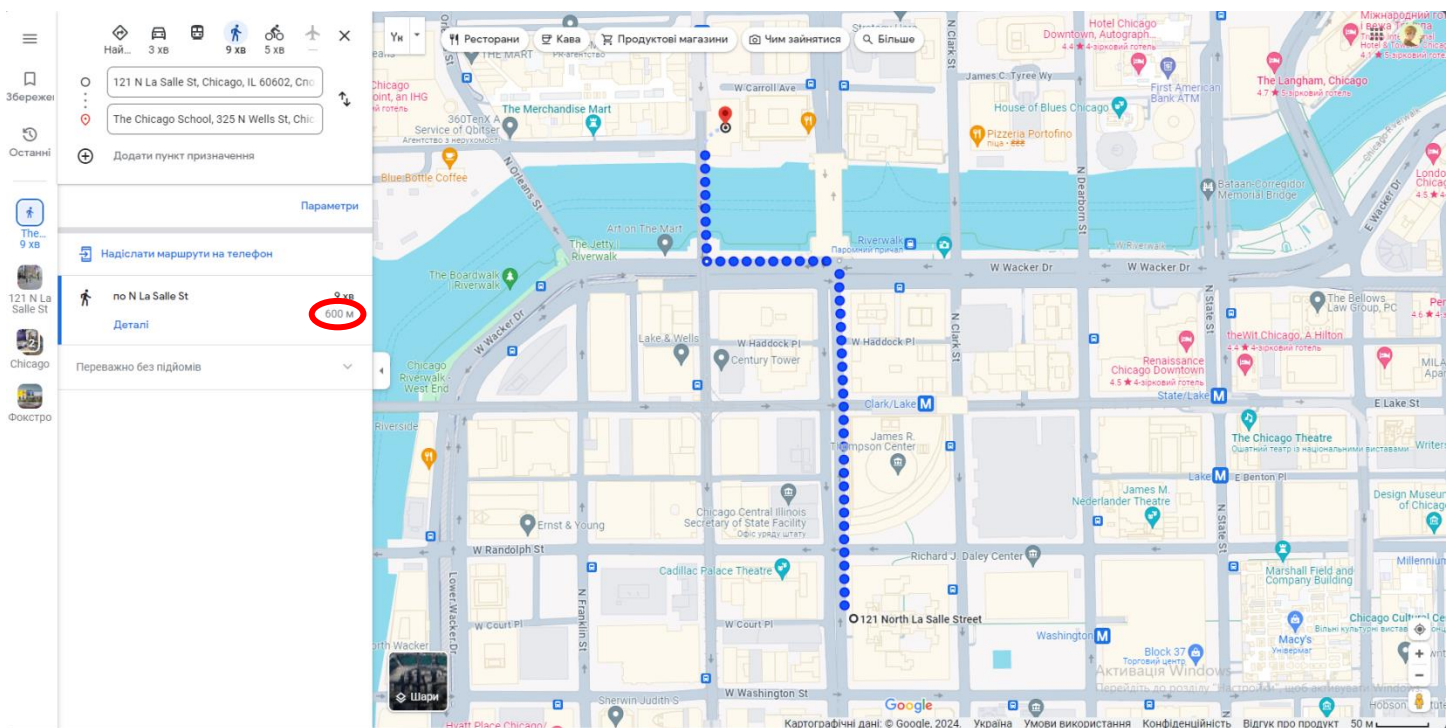


Рисунок 24 – Отримана за допомогою Google Maps найменша відстань

Бачимо, що з урахуванням повороту Google Maps показав відстань у **600м**, коли наша програма розрахувала відстань у **555м**. Така близькість результатів є неодмінним показником якості розробленої GSM системи.

Збереження результату

Збережемо для зручності аналізу повні дані про обрані N найближчих навчальних закладів у .xlsx файл.

Лістинг коду:

```
# Збереження результатів
nearest_locations.to_excel('nearest_locations.xlsx', index=False)
```

Результат:

Створено таблицю результатів.

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	OBJECTID	IPEDSID	NAME	ADDRESS	CITY	STATE	ZIP	ZIP4	TELEPHONE	TYPE	STATUS	POPULATION	COUNTY	COUNTYFIPS	COUNTRY	LATITUDE	LONGITUDE	NAICS_CODE	NAICS_DES
2	1224	143978	THE CHICAGO SCHOOL OF PROFESSIONAL PSYCHOLOGY AT CHICAGO	325 N WELLS STREET	CHICAGO	IL	60654	NOT AVAILABLE	(312) 329-6600	2	A	1386	COOK	17031	USA	41,88829315	-87,63379039	611310	COLLEGES
3	1081	142832	ADLER UNIVERSITY	17 NORTH DEARBORN STREET	CHICAGO	IL	60602	NOT AVAILABLE	(312) 662-4000	2	A	1944	COOK	17031	USA	41,886628	-87,625655	611310	COLLEGES
4	5298	442842	PACIFIC COLLEGE OF HEALTH SCIENCE-CHICAGO	65 EAST WACKER PLACE, 21ST FL	CHICAGO	IL	60601	NOT AVAILABLE	(773) 477-4822 EXT 301	3	A	252	COOK	17031	USA	41,886588	-87,625488	611310	COLLEGES
5	1135	147536	NATIONAL LOUIS UNIVERSITY	122 S MICHIGAN AVE	CHICAGO	IL	60603	NOT AVAILABLE	(800) 443-5522	2	A	8486	COOK	17031	USA	41,88019671	-87,62491543	611310	COLLEGES
6	1208	146241	THE JOHN MARSHALL LAW SCHOOL	315 S PLYMOUTH CT	CHICAGO	IL	60604	NOT AVAILABLE	NOT AVAILABLE	2	C	-999	COOK	17031	USA	41,87760217	-87,62845184	611310	COLLEGES
7	2270	409254	ERIKSON INSTITUTE	451 N. LASALLE STREET	CHICAGO	IL	60654	4510	(312) 755-2250	2	A	782	COOK	17031	USA	41,89059085	-87,63209247	611310	COLLEGES
8	2496	148335	ROBERT MORRIS UNIVERSITY ILLINOIS	401 S STATE STREET	CHICAGO	IL	60605	NOT AVAILABLE	(312) 935-6800	2	C	-999	COOK	17031	USA	41,87627798	-87,62706761	611310	COLLEGES
9	1107	145886	INSTITUTE FOR CLINICAL SOCIAL WORK	1345 W ARGYLE STREET	CHICAGO	IL	60640	1229	(773) 943-6500	2	A	196	COOK	17031	USA	41,87597836	-87,62740162	611310	COLLEGES
10	1101	142887	AMERICAN ACADEMY OF ART	332 S MICHIGAN AVE	CHICAGO	IL	60604	4302	(312) 461-0600	2	A	239	COOK	17031	USA	41,87711612	-87,62480481	611310	COLLEGES
11	5584	143048	SCHOOL OF THE ART INSTITUTE OF CHICAGO	36 S WABASH	CHICAGO	IL	60603	NOT AVAILABLE	(312) 629-6118	2	A	4179	COOK	17031	USA	41,87964625	-87,62141094	611310	COLLEGES
12																			
13																			
14																			
15																			

Рисунок 25 – Таблиця результатів програми

2.3. Аналіз отриманих результатів

У ході знайомства з GIS системами реалізовано модуль фільтрації даних за шарами карт: країни та типом навчальних закладів. Підтвердження – рисунки 26, 27.

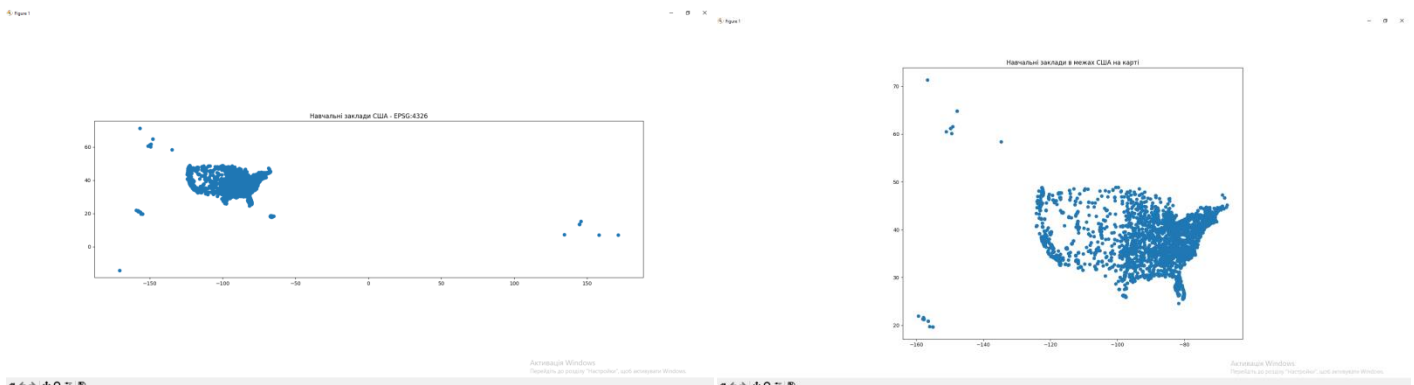


Рисунок 26 – Фільтрація за країною – США

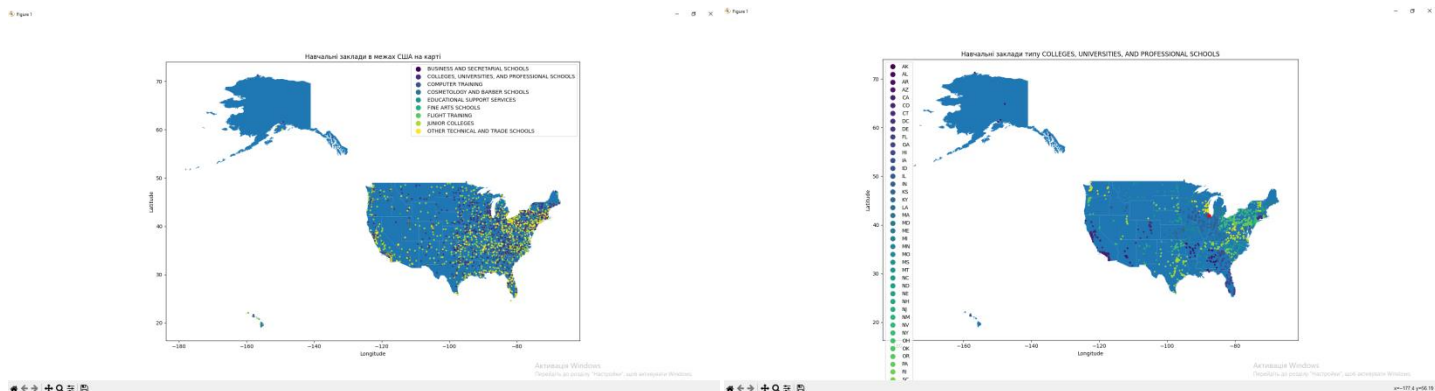


Рисунок 27 – Фільтрація за типом навчальних закладів – COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS

Реалізовано модуль отримання координат за адресою. Підтвердження – рисунок 28.



Рисунок 28 – Координати отримані з адреси

Реалізовано модуль детекції координат у полігоні карти та розпізнавання їх приналежності до певного шару. Підтвердження – рисунок 29.

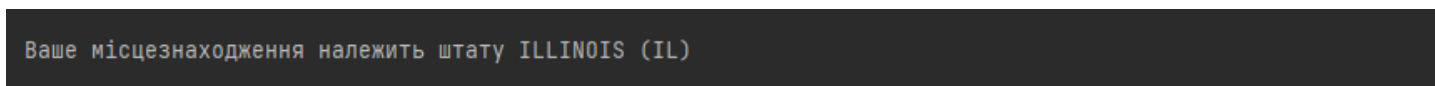


Рисунок 29 – Знайдене розташування координат у полігоні карти США

Реалізовано модуль обчислення відстаней у км між двома точками. Підтвердження – рисунок 30.

```
Відстані до навчальних закладів типу COLLEGES, UNIVERSITIES, AND PROFESSIONAL SCHOOLS
0      1171.592647
9      1044.776254
10     1581.516263
11     4554.659786
12     1653.961563
...
6529   1605.020193
6530   1334.283299
6532   1693.498796
6535    436.320430
6540   1151.274422
Name: distance, Length: 2505, dtype: float64
```

Рисунок 30 – Знайдені відстані між двома точками

Розроблено модуль знаходження N найближчих точок навчальних закладів. Підтвердження – рисунок 31.

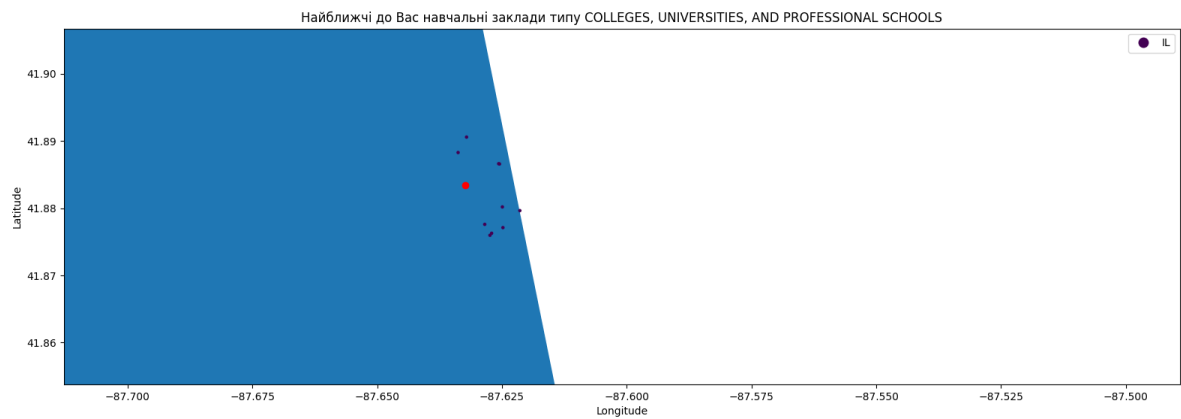


Рисунок 31 – Знайдені N найближчих точок

Проведено верифікацію отриманих результатів. Підтвердження – рисунки 32, 33.

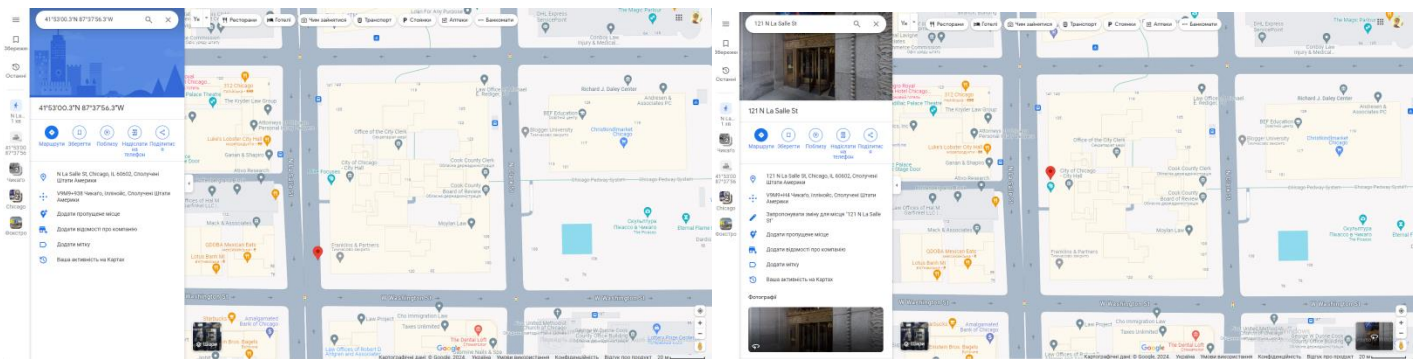


Рисунок 32 – Верифікація визначення координат

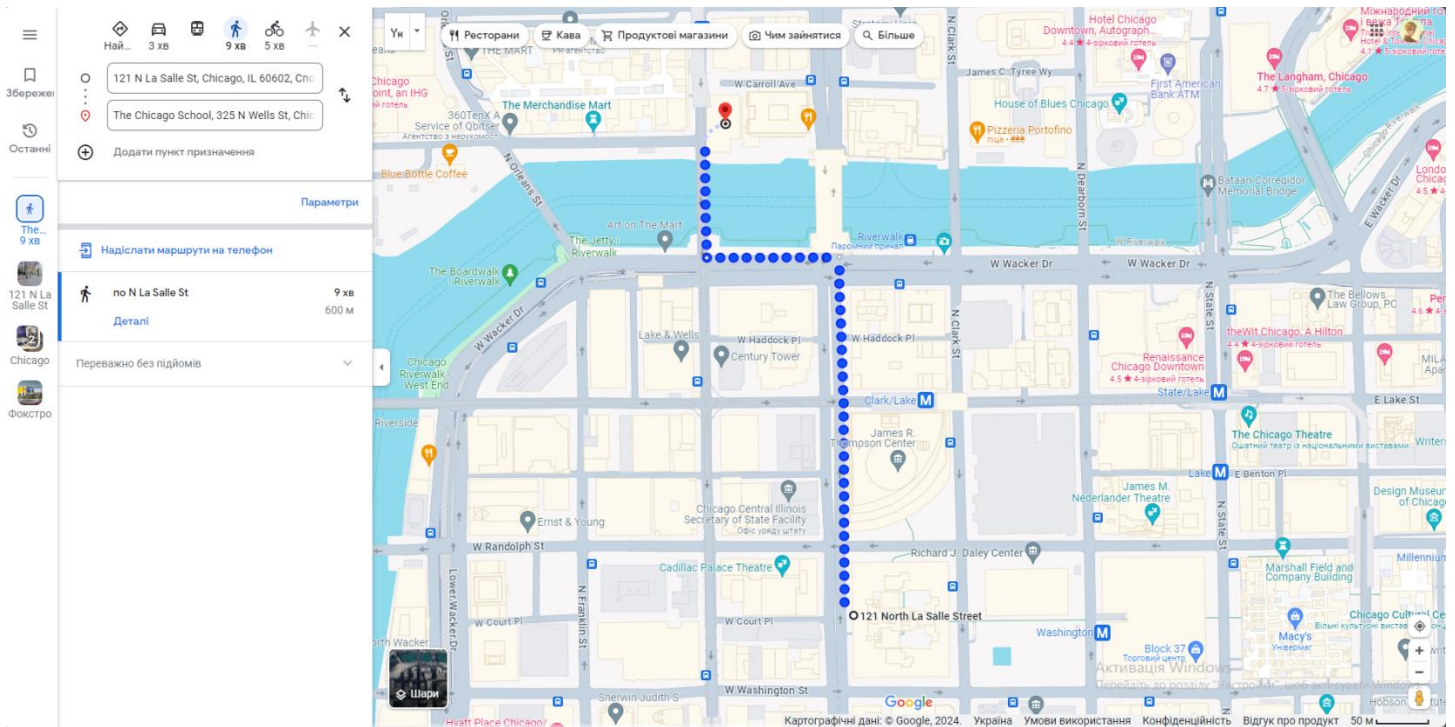


Рисунок 33 – Верифікація відстані

Висновок:

Сформульована постановка задачі GIS моделювання з власного досвіду.

Проведено ретельний попередній аналіз даних, підготовлено обраний датасет для використання в обраній GIS системі.

Розроблено програмний скрипт для задачі фільтрації GIS даних, геолокації координат за адресою, розрахунку відстаней між заданими об'єктами та детекції N найближчих розв'язків до вказаних координат.

Розроблена програма пройшла верифікацію точності з Google Map. Усе працює точно та справно.