

Марія Талах
Валентина Дворжак

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

ЧАСТИНА 1

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ



КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

М.В. Талах, В.В. Дворжак

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
ЧАСТИНА 1

Навчальний посібник

Мехнодрук

2023

УДК 004.04:911.3
Т-16

Рекомендовано до друку вченою радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 11 від 30 листопада 2022 р.)

Рецензент:

Литвин В.В., д.т.н., проф. зав. кафедри інформаційних систем і мереж національного університету Львівська політехніка

Талах М.В., Дворжак В.В.

Т-16 Інтелектуальні геоінформаційні системи. Частина 1 /
М.В. Талах, В.В. Дворжак – Чернівці: Технодрук, 2023. –
283 с.

Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Інтелектуальний аналіз даних в комп'ютерних інформаційних системах» за першим (бакалаврським) освітнім рівнем та всіх бажаючих. У посібнику викладено теоретичні та практичні аспекти розробки та застосування інтелектуальних ГІС. Книга містить огляд основних понять геоінформатики. Крім того, у посібнику описано приклади використання ГІС в різних сферах: моніторинг довкілля, прогнозування клімату, аналіз сільськогосподарських угідь та інше. Книга може бути корисною для студентів, які мають інтерес до геоінформатики, інформаційних технологій та аналізу даних.

УДК 004.04:911.3

©Чернів. нац. ун-т, 2023
©ПВКФ «Технодрук», 2023
©Талах М.В., 2023

РОЗДІЛ 1. ВСТУП ДО РОБОТИ З ГЕОПРОСТОРОВИМИ ДАНИМИ ТА ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ**10**

1.1. ІСТОРІЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ	10
1.1.1. ГЕОГРАФІЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ	13
1.1.2. ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ	15
1.2. ВАЖЛИВІСТЬ ГЕОПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ	23
1.3. КОНЦЕПЦІЯ ГЕОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ	23
1.3.1. ТЕМАТИЧНІ КАРТИ	24
1.3.2. ПРОСТОРОВІ БАЗИ ДАНИХ	25
1.3.3. ПРОСТОРОВЕ ІНДЕКСУВАННЯ	26
1.3.4. МЕТАДАТА	26
1.3.5. КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЕКЦІЇ	27
1.3.6. РЕНДЕРИНГ	28
1.4. КОНЦЕПЦІЯ РАСТРОВИХ ДАНИХ	30
1.4.1. ЗОБРАЖЕННЯ ЯК ДАНІ	30
1.4.2. ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ТА КОЛІР	31

РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВІ ДАНІ**32**

2.1 СТРУКТУРИ ДАНИХ	36
2.1.1. ЗАГАЛЬНІ РИСИ	36
2.2. ВЕКТОРНІ ДАНІ	39
2.2.1. ШЕЙП-ФАЙЛИ	42
2.2.2. ФАЙЛИ CAD	44
2.2.3. ФОРМАТИ НА ОСНОВІ ТЕГІВ ТА РОЗМІТКИ	45
2.2.4. GEOJSON	47
2.3. РАСТРОВІ ДАНІ	48
2.3.1. ФАЙЛИ TIFF	50
2.3.2. JPEG, GIF, BMP, I PNG	50
2.3.3. СТИСНУТІ ФОРМАТИ	51
2.3.4. ASCII GRIDS	51

2.4. ДАНІ ХМАРИ ТОЧОК

52

РОЗДІЛ 3. ЕКОСИСТЕМА ГЕОПРОСТОРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ОСНОВНІ БІБЛІОТЕКИ ДЛЯ РОБОТИ З ГЕОДАНИМИ

55

3.1. Доступ до даних	57
3.1.1. GDAL	58
3.1.2. OGR	58
3.2. ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ	61
3.2.1. PROJ.4	62
3.2.2. CGAL	63
3.2.3. JTS	65
3.2.4. GEOS	66
3.2.5. POSTGIS	67
3.2.6. ІНШІ БАЗИ ДАНИХ ІЗ ПІДТРИМКОЮ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	69
3.2.7. SPATIALITE	73
3.2.8. МАРШРУТИЗАЦІЯ	74
3.3. ДЕСКТОПНІ ІНСТРУМЕНТИ	76
3.3.1. QUANTUM GIS	76
3.3.2. OPENEV	78
3.3.3. GRASS GIS	80
3.3.4. GOOGLE EARTH	81
3.3.5. NASA WORLD WIND	82
3.3.6. ARCGIS	83
3.4. УПРАВЛІННЯ МЕТАДАНИМИ	84
3.4.1. GEONETWORK	85
3.4.2. CATMEEdit (CATALOG METADATA EDITOR)	86

РОЗДІЛ 4. ПРОСТОРОВІ ПРИВ'ЯЗКИ ТА РОБОТА З НИМИ, ЯК ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ГІС

87

4.1. ЗАГАЛЬНІ УЯВЛЕННЯ ЩОДО СИСТЕМ ПРОСТОРОВОЇ ПРИВ'ЯЗКИ	87
4.2. ЧОМУ БАГАТО СИСТЕМ КООРДИНАТ (CRS-COORDINATE REFERENCE)?	94

4.3. ГЕОГРАФІЧНІ СИСТЕМИ КООРДИНАТ	94
4.3.1 СТРУКТУРА ГЕОГРАФІЧНОЇ CRS	94
4.3.2. Про UTM	96
4.2. ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПРИВ'ЯЗОК	100
4.2.1. ОБ'ЄКТИ ДЛЯ ПРОСТОВОЇ ПРИВ'ЯЗКИ (SPATIALREFERENCE)	101
4.2.2. СТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПРИВ'ЯЗКИ	103
4.2.3. ПРИСВОЄННЯ ГЕОПРОСТОРОВОЇ ПРИВ'ЯЗКИ (SRS) ДАНИМ	106
4.2.4. ПОВТОРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЙ	107
4.2.5. ПОВТОРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ВСЬОГО ШАРУ	111
4.3. ВИКОРИСТАННЯ ПРОСТОРОВИХ ПРИВ'ЯЗОК ІЗ RUPROJ	113
4.3.1. ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ МІЖ ПРОСТОРОВИМИ СИСТЕМАМИ ВІДЛІКУ	114
4.3.2. ІНІЦІАЛІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ PROJ	115
4.3.3. КОДИ EPSG	116
4.3.2. ОБЧИСЛЕННЯ ПО ДУЗИ ВЕЛИКОГО КОЛА	117
4.4. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	119

РОЗДІЛ 5. ВСТУП ДО ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ У ВЕКТОРНОМУ ФОРМАТІ – ТОЧКИ, ЛІНІЇ ТА ПОЛІГОНИ

120

5.1. ПРО ВЕКТОРНІ ДАНІ	120
5.2. ШЕЙП-ФАЙЛИ: ТОЧКИ, ЛІНІЇ ТА ПОЛІГОНИ	121
5.3. ОДИН НАБІР ДАНИХ – БАГАТО ФАЙЛІВ	121
5.3.1. СТРУКТУРА ШЕЙП-ФАЙЛУ	122
5.4. КЕРУВАННЯ ДАНИМИ – СПІЛЬНИЙ ДОСТУП ДО ШЕЙП-ФАЙЛІВ	122
5.5. ІМПОРТ ШЕЙП-ФАЙЛІВ	122
5.6. АТРИБУТИ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	123
5.7. МЕТАДАНИ ТА АТРИБУТИ ШЕЙП-ФАЙЛУ	126
5.8. ПРОСТОРОВІ МЕТАДАНИ	126
5.9. ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ОБ'ЄКТІВ У ШЕЙП-ФАЙЛІ?	127
5.10. СТВОРЕННЯ ШЕЙП-ФАЙЛУ	127
5.11. СТВОРЕННЯ КІЛЬКОХ ШЕЙП-ФАЙЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ GEORANDAS	131
5.12. ВИРІЗАННЯ ПРОСТОРОВОГО ВЕКТОРНОГО ШАРУ В PYTHON ЗА ДОПОМОГОЮ SHAPELY & GEORANDAS	132

5.13. ОБРІЗАННЯ ШЕЙП-ФАЙЛУ POINTS У PYTHON ЗА ДОПОМОГОЮ GEOPANDAS	135
5.14. ОБРІЗАННЯ ЛІНІЙНОГО АБО ПОЛІГОНАЛЬНОГО ШАР ДО ЕКСТЕНТА	138
5.15. ЯК ОБРІЗАТИ ЛІНІЇ ТА ПОЛІГОНИ В PYTHON	139
5.16. МЕТОД SIMPLIFY	143
5.17. ОСНОВНІ ОВЕРЛЕЙНІ ОПЕРАЦІЇ З ВЕКТОРНИМИ ДАНИМИ	147
5.17.1. БУФЕРИЗАЦІЯ (BUFFER)	147
5.17.2. РОЗЧИНЕННЯ (DISSOLVE)	147
5.17.3.. УЗАГАЛЬНЕННЯ (GENERALIZE)	148
5.17.4. ПЕРЕТИН (INTERSECTION)	148
5.17.5. ЗЛИТТЯ (MERGE)	149
5.17.6.«Точка в ПОЛІГОНІ» POINT IN POLYGON	149
5.17.7. ОБ'ЄДНАННЯ (UNION)	150
5.17.8. ОБ'ЄДНАННЯ (JOIN)	151
5.17.9. ГЕОПРОСТОРОВІ ПРАВИЛА ЩОДО ПОЛІГОНІВ	151
5.18. ЯК «РОЗЧИНИТИ» ПОЛІГОНИ ЗА ДОПОМОГОЮ GEOPANDAS	152
5.19. РОЗЧИНЕННЯ ПОЛІГОНІВ НА ОСНОВІ АТРИБУТА ЗА ДОПОМОГОЮ GEOPANDAS	153
5.20. РОЗЧИНЕННЯ ТА АГРЕГУВАННЯ ДАНИХ	156
5.21. ЯК ПЕРЕДАТИ АТРИБУТИ З ОДНОГО ШЕЙП-ФАЙЛУ В ІНШИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ GEOPANDAS	159
5.22. ПРОСТОРОВІ ОБ'ЄДНАННЯ В PYTHON	160
5.23. ОБЧИСЛИТИ ДОВЖИНУ ВІДРІЗКА	164
5.24. ОБРОБКА ВІДСУТНІХ ДАНИХ ПРОСТОРОВИХ АТРИБУТІВ	165
5.24.1 Дослідіть значення даних	165
5.24.2. ЗАМІНА ЗНАЧЕНЬ	166
5.24.3. Видалення значень	167
5.25. Завдання для САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	168

РОЗДІЛ 6. ЧИТАННЯ, ЗАПИС ТА ОБРОБКА РАСТРОВИХ ДАНИХ **169**

6.1. ЗАГАЛЬНІ КОНЦЕПЦІЇ РАСТРОВИХ ДАНИХ	169
6.2. виявлення змін	169

6.3. ГІСТОГРАМА	170
6.4. ВИЛУЧЕННЯ ОЗНАК	170
6.5. КЛАСИФІКАЦІЯ РАСТРІВ	171
6.6. ВСТУП ДО РАСТРОВИХ ДАНИХ	171
6.7. ЧИТАННЯ ЧАСТИН НАБОРІВ ДАНИХ	187
6.7.1. ВИКОРИСТАННЯ РЕАЛЬНИХ КООРДИНАТ	194
6.7.2. ПОВТОРНА ВИБІРКА ДАНИХ	199
6.8. ПОСЛІДОВНОСТІ БАЙТІВ	204
6.9. ПІДНАБОРИ ДАНИХ	209
6.10 WEB. MAP SERVICES	210
6.11. РОБОТА З РАСТРОВИМИ ДАНИМИ	214
6.11.1. НАЗЕМНІ ПУНКТИ УПРАВЛІННЯ	215
6.11.2. ПЕРЕТВОРЕННЯ КООРДИНАТ ПІКСЕЛІВ НА ІНШЕ ЗОБРАЖЕННЯ	220
6.11.3. КОЛЬОРОВІ ТАБЛИЦІ	224
6.11.4. ГІСТОГРАМИ	228
6.11.5. ТАБЛИЦІ АТРИБУТІВ	232
6.11.6. ВІРТУАЛЬНИЙ РАСТРОВИЙ ФОРМАТ	235
6.11.7. ПІДМАСИВ	237
6.11.8. СТВОРЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ ФОРМАТІВ	241
6.11.9. ПЕРЕПРОЕКТУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ	241
6.11.10. ФУНКЦІЇ «ЗВОРОТНОГО ДЗВІНКА»	244
6.11.11. ВИНЯТКИ ТА ОБРОБКА ПОМИЛОК	248

РОЗДІЛ 7. ГЕОПРОСТОРОВІ БАЗИ ДАНИХ **253**

7.1. СУБД ІЗ ПІДТРИМКОЮ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	253
7.2. ПРОСТОРОВІ ІНДЕКСИ	254
7.3. ЗНАЙОМСТВО З POSTGIS	256
7.3.1. ІНСТАЛЯЦІЯ СУБД POSTGRESQL	258
7.3.2. ІНСТАЛЯЦІЯ РОЗШИРЕННЯ POSTGIS	259
7.3.3. ВСТАНОВЛЕННЯ АДАПТЕРА PSYCORG2	260
7.4. НАЛАШТУВАННЯ СУБД	261
7.4.1. СТВОРЕННЯ ОБЛІКОВОГО ЗАПИСУ КОРИСТУВАЧА POSTGRES	261
7.4.2. СТВОРЕННЯ БАЗИ ДАНИХ	261

7.4.3. Дозвіл доступу до бази даних	262
7.4.4. Увімкнення підтримки просторових даних	262
7.5. Використання розширення PostGIS	262
7.5.1. Документація з PostGIS	266
7.5.2. Просунутий функціонал PostGIS	266
7.6. Найуспішніші практичні прийоми	267

ВИСНОВОК	280
-----------------	------------

ЛІТЕРАТУРА	281
-------------------	------------

Навчальне видання

**Талах Марія Віталіївна
Дворжак Валентина Володимирівна**

**Інтелектуальні геоінформаційні
системи
Частина 1**

Навчально-методичний посібник

Літературний редактор: О. В. Лупул

Папір офсетний. Формат 60x84/16.
Умов. друк. арк.. 16,5. Обл.- вид. арк. 17,75. Тираж – 50.

Видавець та виготівник: ПБКФ «Технодрук»
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №1841 від 10.06.2004
р.
58000, м. Чернівці, вул. І. Франка, 20, оф.18, тел. (0372) 55-05-85