

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

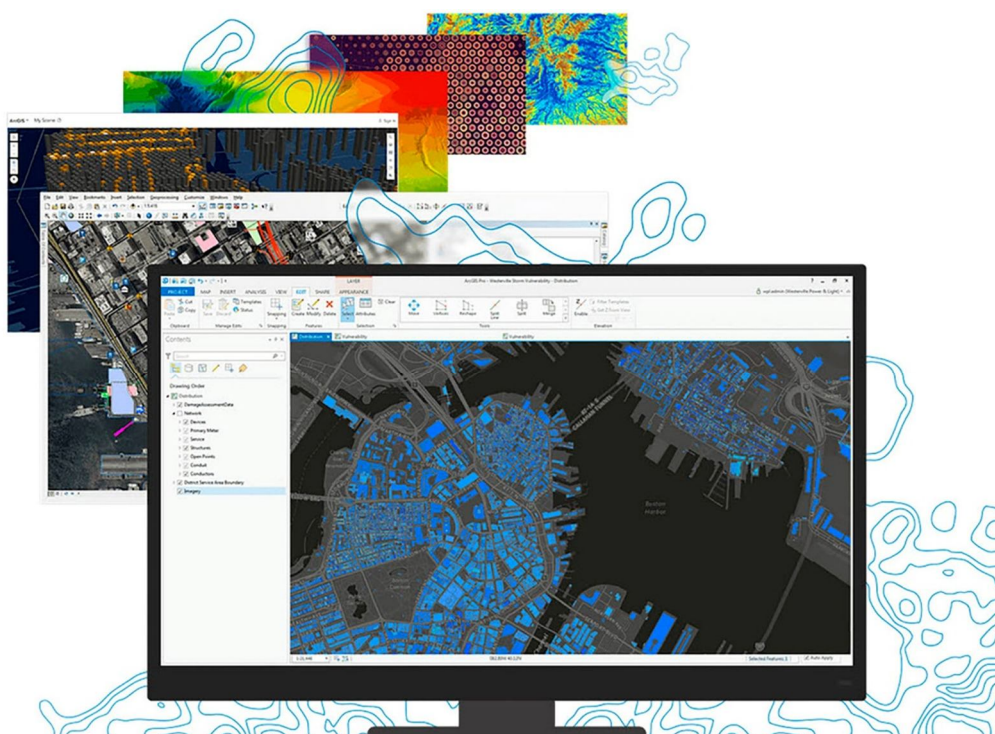


С. В. Костріков, Д. С. Серьогін,
К. О. Кравченко



**Практикум із створення ГІС-карт,
просторового аналізу і геообробки на
повноформатних ГІС-платформах
(на прикладі *ArcGIS 10.2* і *QGIS 3.16*)**

Навчально-методичний посібник



Харків – 2023

УДК 91:004(0.75.8)

К 72

Рецензенти:

В. В. Гнатушенко – д-р техн. наук, проф. (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»);

В. А. Пересадько – д-р геогр. наук, проф. (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна).

*Затверджено до друку рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 9 від 16 червня 2022 року)*

Костріков С. В.

К 72

Практикум із створення ГІС-карт, просторового аналізу і геообробки на повноформатних ГІС-платформах (на прикладі *ArcGIS 10.2* і *QGIS 3.16*) : навчально-методичний посібник / С. В. Костріков, Д. С. Серьогін, К. О. Кравченко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2023. – 460 с.

ISBN 978-966-285-756-6

Практикум присвячений розгляду низки практичних завдань та прикладних питань роботи в інтерфейсах повноформатних геоінформаційних платформ – комерційного програмного продукту *ArcGIS 10.2* та геоінформаційної системи вільного розповсюдження *QGIS 3.16*. Головна мета видання – надати базові знання щодо принципів функціонування та інтерфейсу геоінформаційних систем (ГІС) і допомогти засвоїти ключові вміння та навички із відповідної роботи. Практикум спрямований на опанування студентами основ впровадження технологій геоінформаційних систем – сучасних апаратно-програмних засобів роботи із просторово-координованою інформацією. Вивчення вказаних ГІС-платформ передбачено навчальними планами дисциплін «Інформатика з основами геоінформатики», «Геоінформаційні системи» та «Information technologies in areal management».

Для студентів і аспірантів географічних, геологічних, картографічних та екологічних спеціальностей університетів а також – інших профільних вишів.

ISBN 978-966-285-756-6

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2023

© Костріков С. В., Серьогін Д. С.,
Кравченко К. О., 2023

© Пруднік Н. Є., макет обкладинки, 2023

ЗМІСТ

Передмова.....	6
ЧАСТИНА 1. РОБОТА В ІНТЕРФЕЙСІ ГІС-ПЛАТФОРМИ ARCGIS 10.2	9
РОЗДІЛ 1. ЗНАЙОМСТВО З ГІС	9
1.1. Шари карти	10
1.2. Масштабування і навігація по карті	17
1.3. Збільшувальне Скло. Вікна Перегляду і Огляду Шарів.....	21
1.4. Просторові закладки і вимірювання відстаней.....	25
1.5. Ідентифікація ГІС-об'єктів	30
1.6. Вибірка ГІС-об'єктів та їх пошук.....	33
1.7. Робота з таблицями атрибутів об'єктів	40
1.8. Підписування ГІС-об'єктів у Вікні карти	49
1.9. Збереження проміжного проекту в <i>ArcMap</i>	52
1.10. Підсумкові завдання для самостійної роботи по першому розділу	53
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІСТУ ГІС-КАРТ	57
2.1. Створення карт хороплет	57
2.2. Створення груп шарів	61
2.3. Встановлення порогових масштабів для динамічної візуалізації.....	66
2.4. Точкові карти.....	72
2.5. Створення точкової карти на підставі запиту до ГІС-об'єктів	77
2.6. Створення гіперпосилань.....	81
2.7. Підсумкові завдання для самостійної роботи по другому розділу.....	85
РОЗДІЛ 3. КОМПОНОВКА І ОФОРМЛЕННЯ ГІС-КАРТ	88
3.1. Створення компоновки карт із інтерактивних ГІС-проектів.....	89
3.2. Зміна шаблонів компоновки карти.....	95
3.3. Додання звітів до компоновки карти	97
3.4. Додання діаграм (графіків) до компоновки карти.....	102
3.5. Підсумкові завдання для самостійної роботи по третьому розділу	109
РОЗДІЛ 4. РОБОТА З БАЗАМИ ГЕОДАНИХ	113
4.1. Проектування бази геоданих	113
4.2. Створення персональної бази геоданих	115
4.3. Вдосконалення бази геоданих	120
4.4. З'єднання таблиць	125
4.5. Агрегація даних	129
4.6. Експорт даних із БГД.....	145
4.7. Підсумкові завдання для самостійної роботи по четвертому розділу.....	148

РОЗДІЛ 5. ОЦИФРУВАННЯ – СТВОРЕННЯ ВЕКТОРНИХ ОБ’ЄКТІВ	153
5.1. Створення шейп-файлу полігонів	153
5.2. Оцифрування і редагування шару полігонів	157
5.3. Операції з вершинами	161
5.4. Оцифрування полігонів по певному шару	163
5.5. Оцифрування точкового шару	167
5.6. Оцифрування шару лінійних об’єктів	172
5.7. Просторове пристосування	177
5.8. Поєднання ГІС-об’єкту та знімку аерофотоз’йомки	182
5.9. Підсумкові завдання для самостійної роботи по п’ятому розділу	185
РОЗДІЛ 6. ГЕОКОДУВАННЯ	190
6.1. Геокодування даних через поштові індекси (zip-коди)	191
6.2. Геокодування через вуличні адреси	201
6.3. Підготовка даних та карт вулиць	203
6.4. Впровадження пакетного геокодування	208
6.5. Корегування адрес по шару вулиць	210
6.6. Застосування псевдонім-таблиць	218
6.7. Підсумкові завдання для самостійної роботи по шостому розділу	221
РОЗДІЛ 7. ГЕООБРОБКА ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ	226
7.1. Виокремлення ГІС-об’єктів через запити до даних	226
7.2. Вирізання просторових об’єктів	231
7.3. Злиття просторових об’єктів	235
7.4. Зіставлення і прикладання шарів	240
7.5. Об’єднання шарів	242
7.6. Геообробка через функціональність <i>ModelBuilder</i>	246
7.7. Підсумкові завдання для самостійної роботи по сьомому розділу	253
РОЗДІЛ 8. ПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ	258
8.1. Буферні точкові об’єкти для аналізу близькості	259
8.2. Впровадження аналізу придатності обраної ділянки	263
8.3. Оцінка пропорційного розподілу спільних даних по двох шарах при прорізання полігонів одного шару полігонами іншого	279
8.4. Підсумкові завдання для самостійної роботи по восьмому розділу	302
ЧАСТИНА 2. РОБОТА В ІНТЕРФЕЙСІ ГІС-ПЛАТФОРМИ QGIS 3.16	310
Встановлення та базові налаштування QGIS 3.16	310
РОЗДІЛ 9. ОГЛЯД БАЗОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ QGIS	312
9.1. Знайомство з базовим інтерфейсом програми	312
9.2. Ключові операції з шарами карти	315

9.3. Навігація по карті	322
9.4. Робота з панеллю атрибутів	327
9.5. Створення вибірки об'єктів	336
9.6. Робота з таблицею атрибутів. Частина 1	346
9.7. Робота з таблицею атрибутів. Частина 2	360
РОЗДІЛ 10. ОФОРМЛЕННЯ ГІС-КАРТ У QGIS	374
10.1. Побудова тематичних карт. Візуалізація полігональних об'єктів ...	374
10.2. Побудова тематичних карт. Візуалізація точкових об'єктів	386
10.3. Побудова тематичних карт. Додавання діаграм.....	396
10.4. Підписування об'єктів	401
РОЗДІЛ 11. РОБОТА З ВЕКТОРНИМИ ДАНИМИ.....	415
11.1. Створення векторних об'єктів. Частина 1	415
11.2. Створення векторних об'єктів. Частина 2	425
11.3. Створення центроїдів полігонів	431
11.4. Кластеризація точкових об'єктів	435
11.5. Побудова буферних зон.....	442
11.6. Мережевий аналіз.....	448
СПИСОК АБРЕВІАТУР	457
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	458

Будь-яке рішення може бути лише настільки вдалим, наскільки надійною була інформація, на підставі якої це рішення приймалося

Джон Ф. Буккаут,
американський промисловець, 70-80 рр. минулого сторіччя,
Посол США у Саудівській Аравії у 90-ті.

ПЕРЕДМОВА

Для сталої конкурентоспроможності на ринку праці, фахівець-географ має бути обізнаним, перш за все, у теорії та в прикладному застосуванні засобів геоінформаційних систем (ГІС) і відповідних технологій. Саме у теперішній час збільшується по експоненті попит на фахівців, які б мали теоретичні знання та володіли б практичними навичками опрацювання *просторово-координованої інформації*. Тобто вони були б здатні впроваджувати *просторовий аналіз і геообробку* та створювати, відповідно до цього, результативні *ГІС-карти*. Зрозуміло, що можливість використання відповідних знань, як і застосування вмій та навичок у майбутній роботі є дуже важливою мотиваційною складовою навчання студентів-географів різної спеціалізації.

Категорію «геоінформаційна система» можна дохідливо визначити за аналогією з іншими, більш поширеними програмними засобами, котрими користуються як фахівці, так і пересічені користувачі у бідь-якій предметній науково-виробничій галузі. Так, наприклад, як ми використовуємо програмні додатки *MS Office* для створення текстових та табличних документів на комп'ютері, ми застосовуємо ГІС-платформу для роботи з просторово-координованою інформацією. Геоінформаційна система складається з:

- *Цифрових даних* — географічної інформації, яку переглядає користувач та певним чином її аналізує, використовуючи комп'ютер та програмне забезпечення;

- *Апаратного забезпечення* — комп'ютери, що зберігають, відображають та обробляють як геопросторові так і атрибутивні дані.

- *Програмного забезпечення* — програми, що запускаються на комп'ютерах та дозволяють збирати, працювати і зберігати цифрові дані. Програми, що є частинами даної ГІС-функціональності, називають ГІС-застосуваннями. ГІС-програми дозволяють відкривати електронні карти на комп'ютері, створювати нові просторові об'єкти та додавати їх у вікно карти, виготовляти друковані карти та виконувати просторовий аналіз.

ГІС є відносною новою науково-виробничою галуззю — вона з'явилася у 1970-х – 80-х роках минулого сторіччя. Раніше вважалося, що комп'юте-

ризвані ГІС доступні лише великим компаніям та університетам, які мали коштовне апаратне обладнання. У наш час будь-який користувач, який має настільний комп'ютер або ноутбук, може застосовувати програмне забезпечення ГІС. З часом ГІС-застосування ставали простіше у використанні – раніше для роботи з цими засобами необхідно було пройти спеціальне навчання, тепер почати використовувати ГІС значно легше: це під силу навіть нефахівцям і рядовим користувачам.

Методичні вказівки. Двома фундаментальними курсами стосовно даної предметної галузі, які викладаються на факультеті геології, географії, рекреації і туризму ХНУ ім. В.Н. Каразіна є «Інформатика з основами геоінформатики» і «Геоінформаційні системи». Підґрунтям для успішного опанування студентами ГІС-платформами, модулями та технологіями є загальні знання, вміння та навички володіння комп'ютером, що забезпечується дисципліною «Інформатика з основами геоінформатики», а фундаментальні знання у предметній області ГІС надаються вже дисципліною «Геоінформаційні системи». Посібник складається із двох, певним чином, окремих частин, які стосуються роботи у середовищах ГІС-платформ *ArcGIS* та *QGIS*, відповідно.

У теперішній час, монополіст світового ГІС-ринку, платформа *ArcGIS*, є значно більшою сутністю, аніж просто ГІС-платформа. За достатньо поширеною думкою її слід сприймати як інфраструктуру для створення карт та географічної інформації, доступної для будь-якої установи, між організаціями та вільними спільнотами користувачів, а також у веб-мережі для широкого доступу. Наприклад, робітники будівельного майданчика можуть через спеціалізовані *мобільні* пристрої оновлювати вимірювання у режимі реального часу на цьому майданчику, подалі фахівці виконують аналіз цієї інформації з використанням *настільних комп'ютерів*, а планувальники оцінюватимуть результати аналізу з використанням *веб-застосувань* і роблять необхідні візуалізації на чисельних веб-сайтах даної компанії. Якщо *ArcGIS* є комерційним, у першу чергу, продуктом ОС *Windows*, то *QGIS* – вільна крос-платформна ГІС, яка складається із настільної та серверної частин: *QGIS Desktop* – настільна ГІС звичайної функціональності та *QGIS Server* і *QGIS Web Client* – мережні застосування для завантаження та публікації у Інтернеті проектів, зроблених у настільному додатку *QGIS*. Незважаючи на комерційний статус ГІС-платформи *ArcGIS*, її виробник – компанія ESRI (Environmental System Research Institute, Redland, USA) надає у вільний доступ певну навчальну інформацію і дані. Наприклад, на конференціях і різних навчальних заходах для університетської користувачької спільноти, які впроваджує ESRI, розповсюджується компакт-диск, де у директорії [\\EsriPress\GIST1\MyExercises\FinishedExercises](#) наводяться

прикладі вже виконаних вправ для настільного додатку. Крім того, після реєстрації на ресурсі будь-який користувач може завантажити як первинні, так і похідні дані для настільного додатку із *ArcGIS Online* через посилання <https://learnings.maps.arcgis.com/home/group.html?id>

У першій частині нашого посібника використовувалися як вказані дані вільного розповсюдження, так і набір навчальних даних *Gistutorial*, який був у додатку до ліцензійної версії програмного забезпечення *ArcGIS 10.2*, придбаною авторами посібника для навчальних цілей. Саме переважно через, так би мовити, «північноамериканські джерела» цих даних у окремих вправах першої частини посібника використовується одиниці неметричної система вимірювань.

Треба окремо підкреслити, що у першій частині посібника стосовно роботі на платформі *ArcGIS* переважним чином розглядається робота користувача у середовищі її головного застосування – платформного компоненту *ArcMap*, який забезпечує для *геопросторових даних*: їх різноманітну візуалізацію, створення комп'ютерних карт, прикладні рішення, різноманітні подання похідної географічної інформації, розробку як формування інтерфейсу і створення ГІС-інструментів. Вказані функціональні можливості ми об'єднуємо у більш широкому тлумаченні терміну «*геообробка*», аніж це робиться у офіційних документах ESRI, де мається на увазі лише інструментальна функціональність іншої платформної складової – програмного забезпечення *ArcToolBox*. Також, лише стисло у посібнику розглядається платформний компонент щодо доступу і управління даними – *ArcCatalog*, ключовою функціональністю якого є підключення усієї ГІС-платформи до географічних даних. З останніми студент-користувач має працювати.