

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

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Кафедра фізичної географії та картографії

До захисту допустити
Зав. кафедри _____ доцент **Анатолій БАЙНАЗАРОВ**
« _____ » _____ 2025 р.

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ РОЗТАШУВАННЯ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ
У ВЕЛИКИХ МІСТАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Виконав: студент 4-го курсу д.ф.н,
групи ГК- 41
спеціальність: 106 Географія
освітня програма: Картографія, геоінформатика і
кадастр
Андрій Олексійович КОПИЛОВ
Науковий керівник:
ст.викл. Андрій ПЛЮГІН

Кваліфікаційна робота захищена з оцінкою

Голова ЕК **Валентина РЕДІНА**

Секретар ЕК **Тетяна БУЛГАКОВА**
« _____ » _____ 2025 р.

Харків – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК ГЕОГРАФІЧНОГО ОБ’ЄКТА	5
1.1. Географічна сутність та типологія освітніх закладів у міському середовищі	5
1.2. Основні просторові закономірності та чинники розміщення закладів освіти	7
1.3. Геоінформаційні системи в урбаністичній географії: теоретичні засади застосування	14
РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСВІТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	16
2.1. Соціально-географічна характеристика міст Суми, Шостка, Конотоп, Охтирка	16
2.2. Просторова організація освітньої мережі та її відповідність потребам населення	30
2.3. Підготовка та аналіз вхідних даних для побудови геоінформаційної моделі	33
РОЗДІЛ 3. ГІС-АНАЛІЗ РОЗТАШУВАННЯ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ ТА КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	40
3.1. Побудова геобаз даних та тематичних карт освітніх закладів	40
3.2. Оцінка доступності та просторової рівномірності розміщення освітніх об’єктів	42
3.3. Перспективи картографічне моделювання напрямів оптимізації освітньої інфраструктури	45
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	50

ВСТУП

Розбудова якісної та доступної системи освіти є одним із пріоритетних завдань сталого розвитку регіонів України. У сучасних умовах децентралізації, урбанізації та демографічних змін зростає потреба в науково обґрунтованому аналізі просторової організації освітньої інфраструктури, що дозволить ефективно планувати її оптимізацію відповідно до потреб населення. Особливої актуальності набувають дослідження в межах середніх і великих міст, де спостерігається висока щільність населення, нерівномірний розподіл освітніх ресурсів та складна соціально-просторова структура.

Сумська область, як прикордонний регіон з розвиненою мережею урбанізованих центрів (Суми, Шостка, Конотоп, Охтирка), є показовою територією для вивчення закономірностей просторової організації освітніх закладів. Саме тут наявні приклади як компактного, так і фрагментарного розміщення освітньої інфраструктури, що вимагає комплексного аналізу з використанням сучасних геоінформаційних технологій.

У цьому контексті геоінформаційний підхід виступає потужним інструментом для збору, структурування, аналізу та візуалізації просторових даних про мережу закладів освіти. Завдяки ГІС можна дослідити доступність об'єктів, виявити просторові диспропорції, сформулювати моделі оптимізації інфраструктури та запропонувати сценарії її розвитку з урахуванням демографічної та соціальної ситуації.

Метою дипломної роботи є здійснення геоінформаційного аналізу розміщення закладів освіти у великих містах Сумської області та виявлення напрямів їх просторової оптимізації з урахуванням потреб населення та сучасних урбаністичних тенденцій.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

1. Розкрити географічну сутність та типологію освітніх закладів у міському середовищі, визначити просторові закономірності та основні чинники, що впливають на розміщення закладів освіти.

2. Провести соціально-географічну характеристику міст Суми, Шостка, Конотоп та Охтирка.
3. Дослідити просторову організацію освітньої мережі та її відповідність потребам мешканців.
4. Підготувати вхідні дані для побудови геоінформаційної моделі та сформувати тематичні карти.

Об'єкт дослідження – мережа закладів освіти у міському середовищі.

Предмет дослідження – просторові особливості розміщення освітніх закладів у великих містах Сумської області та можливості їх оптимізації з використанням геоінформаційних систем.

Методи дослідження включають: методи просторового аналізу в ГІС, статистичні методи, картографічне моделювання, порівняльно-географічний та системно-структурний підхід.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання результатів дослідження органами місцевого самоврядування та управління освітою для планування, удосконалення та розвитку освітньої інфраструктури в містах Сумської області на основі просторово обґрунтованих рішень.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСВІТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК ГЕОГРАФІЧНОГО ОБ'ЄКТА

1.1. Географічна сутність та типологія освітніх закладів у міському середовищі

Питання просторової організації освітньої інфраструктури розглядалося в роботах українських та зарубіжних дослідників. У вітчизняній науці просторово-функціональний підхід до вивчення освітніх мереж представлений у працях В. Попова, Н. Костриці, Т. Гончар, де аналізується вплив демографічної ситуації та урбанізаційних процесів на шкільну мережу [18].

У сфері регіонального аналізу значний внесок зробили Ю. Біланюк та І. Довгань, які досліджують динаміку кількості освітніх закладів, їх фінансування, забезпеченість кадрами та територіальні диспропорції в системі освіти. Зокрема, роботи І. Пащенко присвячені геоінформаційній оцінці доступності соціальної інфраструктури, у тому числі й шкільної [12].

На міжнародному рівні тематика просторової доступності та планування шкільних мереж активно досліджується у працях М. Batty, Р. Кнох, L. Hillier, які розглядають освітні заклади як функціональні елементи міського середовища. У роботах С. Jones та А. Murray застосовуються методи просторової оптимізації та ГІС-аналізу для визначення найбільш ефективного розміщення освітніх установ у містах [45].

Особливої уваги заслуговують дослідження, в яких освітня інфраструктура розглядається в контексті концепції «розумного міста» (smart city) та сталого розвитку, з використанням інструментів просторового моделювання, пішохідної доступності, буферного аналізу й оцінки транспортної інфраструктури. Методичні підходи до ГІС-аналізу соціальних об'єктів докладно викладені в посібниках В. Аксельрода, М. Пітера та В. Мішенка [11].

Можна зазначити, що існує достатня теоретична й практична база для проведення геоінформаційного аналізу освітньої інфраструктури в міських умовах, але актуальним залишається створення адаптованих регіональних

моделей для українських міст – з урахуванням демографічних змін, міграційних процесів і сучасних викликів урбанізації.

Система освіти є невід’ємною складовою соціально-економічного розвитку будь-якої території. В умовах міського середовища вона не тільки виконує функції соціалізації, підготовки трудових ресурсів та формування людського капіталу, але й виступає вагомим фактором просторової організації міста. Освітні заклади – це особливі геопросторові об’єкти, розміщення яких безпосередньо впливає на доступність послуг для населення, транспортні потоки, структуру житлової забудови та навіть ринкову вартість нерухомості в окремих районах [8].

З позицій географічної науки, освітні установи розглядаються як об’єкти інфраструктури, що мають просторове розміщення, функціональні характеристики, рівень доступності, зональні впливи, і підлягають картографуванню та геоінформаційному аналізу. Вивчення просторового розподілу навчальних закладів дозволяє виявити наявні диспропорції, визначити території з низьким або надмірним рівнем освітньої забезпеченості, виявити зв’язок між розташуванням закладів і соціально-демографічними характеристиками населення [23].

Міське середовище є складною поліструктурною системою, в якій освітні заклади взаємодіють з житловими масивами, об’єктами транспортної інфраструктури, зонами відпочинку, адміністративними установами. У цьому контексті географічна сутність освітніх установ полягає в їхній ролі як точок соціального тяжіння, що впливають на щоденну мобільність населення, просторові сценарії планування міста та функціональну структуру мікрорайонів.

Розміщення навчальних закладів в урбанізованому просторі повинно відповідати низці принципів:

- територіальної доступності (принцип «пішохідної досяжності» для шкіл і дитячих садків);
- соціальної справедливості (рівний доступ для різних соціальних груп);

- функціональної інтеграції (поєднання з іншими елементами міського простору);
- економічної доцільності (раціональне використання територій і ресурсів).

Особливо важливою є типологія освітніх установ у міському середовищі, яка дозволяє класифікувати об'єкти за різними ознаками з метою подальшого аналізу та планування. До основних критеріїв типологізації належать:

1. За рівнем освіти: дошкільні, загальноосвітні, професійно-технічні, фахові передвищі, вищі навчальні заклади.
2. За формою власності: державні, комунальні, приватні.
3. За спеціалізацією: загальноосвітні, профільні, спеціальні, інклюзивні.
4. За масштабом обслуговування: локальні, районні, міського чи міжміського значення.

З погляду картографування, такі об'єкти відображаються на картах різного масштабу в залежності від мети дослідження – від локального рівня (наприклад, карта освітньої мережі одного міста) до регіонального (карта забезпеченості освітніми послугами області). Просторова візуалізація дозволяє аналізувати щільність, зональність, транспортну доступність, а також перспективи подальшого розвитку освітньої інфраструктури в межах конкретної території [36].

1.2. Основні просторові закономірності та чинники розміщення закладів освіти

Розміщення закладів освіти у міському середовищі формується під впливом комплексу взаємозалежних чинників і підпорядковується певним просторовим закономірностям. Як показує практика, від раціонального планування освітньої інфраструктури залежить не лише якість надання освітніх послуг, а й рівень соціального комфорту, інтенсивність транспортних потоків, зручність міського середовища для життя різних груп населення. У зв'язку з цим важливим завданням є виявлення закономірностей і чинників, які впливають на

територіальну організацію освітньої мережі, особливо в середніх і великих містах.

Просторове розміщення закладів освіти в містах не є випадковим, а підпорядковується певним закономірностям, які формуються під впливом взаємодії соціально-економічних, демографічних, природно-географічних та планувальних чинників. Однією з найпомітніших закономірностей є центропериферійна структура, відповідно до якої найвища концентрація закладів вищої освіти та спеціалізованих навчальних закладів спостерігається в центральних районах міста або поблизу адміністративного ядра. Це пояснюється історичними умовами формування міської структури, кращим транспортним забезпеченням центральної частини та орієнтацією таких закладів на значну кількість студентів, у тому числі з інших регіонів. Так, у місті Суми більшість вищих навчальних закладів – зокрема Сумський державний університет та Сумський педагогічний університет – зосереджені саме в центральній частині міста [3].

Водночас заклади загальної середньої та дошкільної освіти демонструють іншу просторову закономірність – мікрорайонну концентрацію. Вони розміщуються переважно в середині житлових масивів і орієнтовані на обслуговування населення в межах пішохідної доступності (300–800 метрів). Такий підхід дозволяє зменшити транспортне навантаження, забезпечити безпечний доступ дітей до навчання та створити стійку просторову структуру обслуговування населення. У містах Шостка, Охтирка та Конотоп ця закономірність реалізується через рівномірне розташування шкіл і дитячих садків у кожному мікрорайоні.

Ще однією закономірністю є функціональна зональність, яка полягає в територіальному розподілі освітніх установ відповідно до їх рівня та спеціалізації. У межах одного міста чітко простежуються освітні осередки: навчальні комплекси, класифіковані за рівнем освіти (дошкільна, загальна середня, фахова передвища, вища), а також за профілем (технічні, гуманітарні, мистецькі, спеціальні). Такі об'єкти часто формують окремі освітні кластери –

зони концентрації навчальних закладів із відповідною інфраструктурою: гуртожитками, бібліотеками, спортивними спорудами, сервісами обслуговування. Наприклад, у місті Суми освітній кластер, сформований навколо СумДУ, включає не лише навчальні корпуси, але й студентські гуртожитки, медичні заклади, спортивний центр і об'єкти громадського харчування, що забезпечує комплексну підтримку освітнього процесу.

Просторова рівномірність розміщення шкільної мережі, як ще одна закономірність, залежить від щільності забудови та демографічного навантаження. У старих кварталах, збудованих за радянськими мікрорайонними планами, простежується порівняно рівномірне покриття населення освітніми послугами. Проте в районах нової забудови або там, де зростає чисельність населення (наприклад, у східних та південних околицях Сум), виникає дисбаланс – школи перевантажені або ж узагалі відсутні. Це свідчить про важливість постійного перегляду освітнього зонування та необхідність впровадження ГІС-моделювання у процесі міського планування [19].

Загалом, виявлені просторові закономірності – центропериферійна концентрація, мікрорайонна організація, функціональна зональність та тенденція до кластеризації – відображають особливості взаємодії освітніх об'єктів з міським середовищем та потребують врахування при розробці програм розвитку інфраструктури, особливо в умовах динамічної демографічної трансформації та урбаністичних змін.

Розміщення закладів освіти в межах міського середовища формується під впливом комплексу різноманітних чинників, які зумовлюють їхнє територіальне положення, доступність, щільність та спеціалізацію. Ці чинники можна умовно поділити на кілька груп: природно-географічні, соціально-демографічні, економіко-планувальні та нормативно-правові. Їхній комплексний вплив формує просторову структуру освітньої мережі, яка повинна відповідати як потребам населення, так і особливостям урбаністичного розвитку [19].

Природно-географічні чинники насамперед включають рельєф, гідрографію, геоморфологічні особливості та екологічну ситуацію. Наявність

крутих схилів, ярів чи заболочених територій може суттєво обмежити можливості для будівництва нових шкільних або дошкільних закладів. Наприклад, у місті Суми значна частина території займає яружно-балкова система, що ускладнює розміщення великих об'єктів соціальної інфраструктури. Водночас екологічні чинники, такі як наближеність до промислових підприємств, транспортних магістралей, джерел забруднення, впливають на допустимість функціонування освітніх установ у певних зонах. Санітарні норми забороняють розташування шкіл і дитсадків поблизу шкідливих виробництв, сміттєзвалищ або в зонах з високим рівнем шумового чи атмосферного забруднення [19].

Соціально-демографічні чинники також відіграють вирішальну роль. Щільність населення, його вікова структура, темпи урбанізації та міграційні процеси прямо визначають потребу в кількості, типах і розмірах освітніх закладів. У мікрорайонах з переважанням молодих сімей з дітьми дошкільного та шкільного віку (як-от новозбудовані житлові квартали Сум) зростає попит на дитсадки та школи, тоді як у старих житлових районах, де мешкає переважно старше покоління, освітні об'єкти можуть виявлятися недозавантаженими. Крім того, активна внутрішня міграція, зокрема у зв'язку з переміщенням населення внаслідок воєнних дій, створює точкове навантаження на освітню мережу в окремих районах. Це вимагає оперативного реагування та гнучкого планування мережі закладів [18].

Економічні та планувальні чинники пов'язані з фінансовою спроможністю територіальних громад, наявністю вільних земельних ділянок, інженерною та транспортною інфраструктурою, а також положеннями генеральних планів і містобудівної документації. В умовах обмеженого бюджету громади часто змушені оптимізувати мережу, закриваючи малокомплектні школи або об'єднуючи заклади. З іншого боку, активний розвиток житлової забудови потребує своєчасного включення об'єктів освіти у плани забудови з урахуванням нормативної щільності шкільної мережі. Підключення до мереж водо- й енергопостачання, доступність транспортних маршрутів і наявність зон

громадського простору також є важливими чинниками, що впливають на вибір території для нових навчальних закладів.

Нарешті, важливе значення мають нормативно-правові та адміністративні чинники. Система освіти в Україні функціонує на основі Закону України «Про освіту», ДБН Б.2.2-12:2019 та інших галузевих нормативів, які визначають вимоги до площі приміщень, потужності шкіл, допустимої відстані від житлової забудови, організації інклюзивного середовища тощо. Крім того, процес децентралізації передбачає передачу повноважень щодо управління закладами освіти місцевим органам влади. Це надає громадам можливість самостійно визначати пріоритети розвитку освітньої інфраструктури, але також покладає на них відповідальність за збалансоване й обґрунтоване планування.

Таким чином, розміщення закладів освіти в містах є результатом взаємодії широкого спектра чинників, які необхідно враховувати при формуванні просторової структури освіти. Їх комплексне вивчення із залученням сучасних геоінформаційних технологій дозволяє розробляти ефективні сценарії розвитку освітньої мережі, оптимізувати розподіл ресурсів і забезпечувати рівний доступ до якісної освіти для всіх жителів міста.

У ХХІ столітті система розміщення закладів освіти стикається з новими викликами, які пов'язані зі змінами демографічної структури населення, урбанізаційними трансформаціями, децентралізацією управління, цифровізацією освітнього процесу та збройною агресією на території України. Одночасно формуються нові тенденції в організації освітнього простору, які мають враховуватись при плануванні міського середовища. Ці виклики і тенденції істотно впливають на просторову структуру освітніх установ, змінюючи пріоритети розміщення та вимоги до інфраструктури [20].

Одним з найактуальніших викликів є демографічна криза, яка особливо гостро проявляється в малих та середніх містах. Зменшення народжуваності, відтік населення за кордон, урбанізація та внутрішня міграція призводять до депопуляції окремих мікрорайонів і навіть цілих населених пунктів. Як наслідок – заклади освіти втрачають контингент, знижуються обсяги фінансування, а в

багатьох громадах закриваються малокомплектні школи. Водночас у нових житлових кварталах або в містах, що приймають внутрішньо переміщених осіб, спостерігається зростання навантаження на освітню мережу та нестача шкільних місць. Наприклад, у місті Суми спостерігається перевантаження навчальних закладів у новобудовах (райони Басівщина, Еспланада), тоді як у старих мікрорайонах – зниження наповнюваності класів [29].

Другим вагомим викликом є децентралізація системи управління освітою, в межах якої відповідальність за планування, фінансування та реорганізацію освітньої мережі перейшла до органів місцевого самоврядування. З одного боку, це дає громадам більше можливостей адаптувати освітню політику до місцевих потреб. З іншого – у багатьох випадках спостерігається брак стратегічного бачення, відсутність інструментів просторового аналізу, недостатня якість містобудівної документації. У таких умовах рішення про відкриття або закриття шкіл часто приймаються ситуативно, без урахування довгострокових тенденцій демографічного розвитку або потреб мешканців у транспортній доступності [7].

Збройна агресія РФ проти України, починаючи з 2022 року, спричинила низку воєнних викликів, які безпосередньо вплинули на просторову організацію освітньої мережі. Руйнування інфраструктури, необхідність евакуації шкіл, створення укриттів, організація дистанційного навчання, а також хвилі внутрішньо переміщених осіб (ВПО) в окремі міста України – все це радикально змінює освітній ландшафт. У прикордонних містах Сумської області, наприклад, виникла потреба у реорганізації освітньої системи з урахуванням ризиків безпеки та постійної загрози обстрілів.

Паралельно з викликами формуються нові тенденції у плануванні освітнього простору. Однією з них є трансформація шкіл у багатофункціональні освітньо-громадські центри, які об'єднують функції навчання, дозвілля, культурного розвитку, іноді – навіть надання адміністративних послуг. Такий підхід вимагає більшої території, кращої інфраструктури, інтеграції з транспортними маршрутами та громадськими зонами. Прикладами таких шкіл

нового типу є інноваційні освітні простори у Львові, Києві, Івано-Франківську, які можуть бути адаптовані й для малих міст.

Іншою важливою тенденцією є впровадження інклюзивного середовища, яке вимагає змін у фізичній інфраструктурі закладів – пандусів, ліфтів, санітарних вузлів, адаптованих маршрутів, спеціального обладнання. Це прямо впливає на вимоги до простору та потребує врахування таких особливостей ще на етапі проектування та вибору місця розташування закладу.

Варто також відзначити тенденцію до цифровізації освітнього процесу, що частково знижує територіальну залежність учнів від фізичного розташування школи. Хоча повноцінне дистанційне навчання поки не здатне повністю замінити очне, проте в умовах війни та карантинів воно відіграє критичну роль. Як наслідок, при проектуванні нових шкіл зростає потреба в інтеграції цифрової інфраструктури – наявності стабільного інтернету, обладнаних кабінетів для онлайн-навчання, мультимедійних просторів [13].

Особливого значення набуває використання геоінформаційних систем (ГІС) у прийнятті управлінських рішень щодо розміщення освітніх закладів. ГІС дозволяють створити цифрову модель міста з нанесенням усіх закладів освіти, зон їх охоплення, демографічних характеристик, показників доступності тощо. Застосування буферного аналізу, аналізу мережевої доступності, просторової кластеризації дає змогу науково обґрунтувати розташування нових об'єктів, виявити дефіцит або надлишок шкільних місць у різних районах. Такий підхід вже застосовується у низці українських міст, і має перспективу масштабування на обласному рівні.

Таким чином, сучасні виклики й тенденції вимагають нового підходу до організації просторової структури освітніх закладів. Вони актуалізують потребу у комплексному географічному аналізі, інтеграції ГІС-технологій, підвищенні ролі громад у стратегічному плануванні й забезпеченні гнучкості системи освіти відповідно до змін у суспільстві, демографії та безпековому середовищі. В умовах трансформації українських міст просторовий підхід до планування

освітньої мережі набуває ключового значення у забезпеченні доступності, якості та сталого розвитку освітньої інфраструктури.

1.3. Геоінформаційні системи в урбаністичній географії: теоретичні засади застосування

Урбаністична географія вивчає просторову структуру, функціонування та розвиток міських територій, включаючи розміщення населення, розподіл функціональних зон, інфраструктурних об'єктів і взаємодію елементів міського середовища. В умовах стрімкої урбанізації та динамічного просторового розвитку міст виникає необхідність використання ефективних аналітичних інструментів для збору, обробки, візуалізації й інтерпретації просторових даних. Одним із таких інструментів є геоінформаційні системи (ГІС), які стали ключовою технологією у дослідженнях і практичному плануванні міських територій.

Геоінформаційні системи (GIS – Geographic Information Systems) – це інтегровані комплекси апаратних, програмних і аналітичних засобів, що забезпечують збирання, збереження, аналіз і візуалізацію просторових (географічних) даних. У контексті урбаністичної географії ГІС дозволяють поєднувати географічні координати з соціально-економічною інформацією, створювати цифрові моделі міста, аналізувати розміщення об'єктів інфраструктури (шкіл, лікарень, зупинок, зон відпочинку), здійснювати моніторинг змін у просторі та приймати обґрунтовані управлінські рішення [42].

Теоретичні засади застосування ГІС в урбаністиці базуються на кількох ключових принципах. Перший із них – просторове моделювання, яке дає змогу вивчати конфігурацію, взаємне розміщення та динаміку міських об'єктів. Наприклад, моделювання щільності населення та шкільної інфраструктури дозволяє виявити території з недостатнім охопленням освітніми послугами. Другий принцип – інтеграція багаторівневої інформації, коли в межах однієї бази даних поєднуються географічні, демографічні, соціально-економічні та

екологічні параметри. Це дає змогу комплексно оцінити територію з позицій сталого розвитку.

Важливою особливістю ГІС є можливість автоматизованого аналізу: буферного, мережевого, кластерного, а також побудови карт доступності, зони впливу та потенційного навантаження на об'єкти. Наприклад, у вивченні шкільної мережі застосовується буферний аналіз для моделювання зон пішохідної доступності до навчальних закладів (500 м для початкових шкіл, 1000 м – для базової освіти). Мережевий аналіз, у свою чергу, дозволяє оцінити доступність об'єкта з урахуванням реальних маршрутів транспорту, часу в дорозі та дорожньої інфраструктури.

ГІС також є важливим інструментом підтримки прийняття рішень у сфері містобудування та управління територіями. Завдяки цифровому картографуванню та просторовим запитам можливо оцінити доцільність розміщення нових закладів освіти, планувати оптимальні маршрути підвезення учнів, визначати зони найбільшого попиту на освітні послуги. У країнах ЄС і Північної Америки ці технології широко застосовуються муніципалітетами при розробці генпланів, стратегій сталого розвитку та схем соціальної інфраструктури [18].

В умовах України потенціал ГІС поступово реалізується в системі освіти і територіального управління. У деяких містах створено ГІС-платформи, які відображають місце розташування закладів освіти, щільність учнівського контингенту, статистику наповнюваності шкіл, транспортну доступність. Наприклад, у Львові та Києві ГІС використовується для розподілу першокласників до шкіл за принципом наближеності, а також для управління чергами в дитсадки. Сумська міська рада також ініціювала розробку просторових баз освітньої інфраструктури, зокрема для нових мікрорайонів.

Таким чином, застосування геоінформаційних систем в урбаністичній географії є не лише інструментом аналізу, а й невіддільною частиною стратегічного планування міст. Теоретичні засади ГІС формують основу для науково обґрунтованого управління розвитком освітньої інфраструктури, раціонального використання територіальних ресурсів, підвищення доступності та якості освітніх послуг у динамічно змінюваному міському середовищі.

РОЗДІЛ 2. ГЕОПРОСТОРОВА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСВІТНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1. Соціально-географічна характеристика міст Суми, Шостка, Конотоп, Охтирка

Сумська область – адміністративно-територіальна одиниця, розташована на північному сході України. Вона межує з Полтавською, Харківською, Чернігівською областями, а також має понад 560 км спільного державного кордону з російською федерацією (рис. 2.1.) [7].



Рис. 2.1. Сумська область на карті України [10]

Територія області становить 23,8 тис. км², що становить приблизно 3,9% від загальної площі України. Область була утворена у 1939 році та налічує 5 районів, 19 територіальних громад і 4 міста обласного значення (Суми, Шостка, Конотоп, Охтирка) (рис. 2.2.).

Згідно з даними Державної служби статистики, на 2023 рік чисельність наявного населення області становила приблизно 1 млн осіб, з яких близько 62% – міське населення та 38% – сільське. Найбільше місто – Суми – є обласним

центром і зосереджує понад чверть усього населення регіону. Спостерігається стійка тенденція до скорочення чисельності населення внаслідок природного

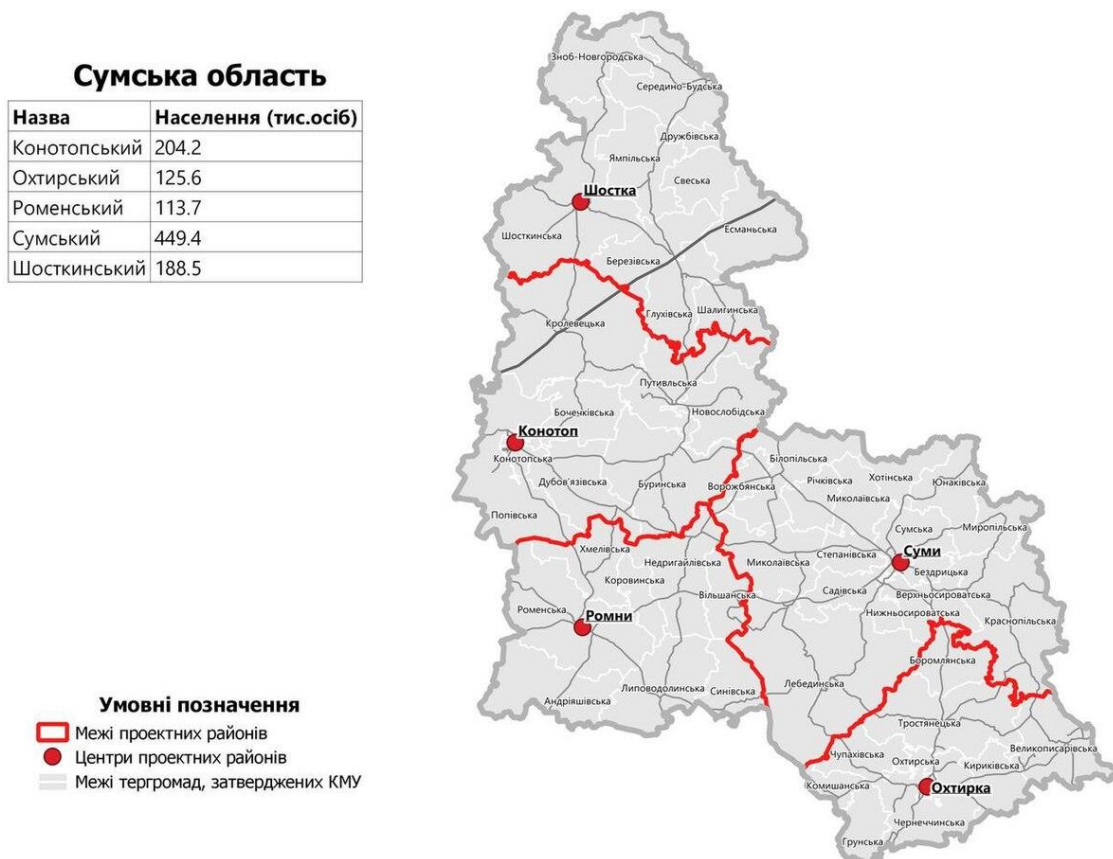


Рис. 2.2. Територіальний поділ Сумської області [10]

спадку, трудової міграції та наслідків збройної агресії, яка значно вплинула на прикордонні громади.

У фізико-географічному відношенні територія області лежить у межах Полісько-лісостепового переходу – переважають хвилясті рівнини, розчленовані річковими долинами, ярами та балками. Найважливіші річки – Десна, Сейм, Псел, Ворскла – належать до басейну Дніпра. Клімат помірно континентальний з відносно холодною зимою та теплим літом; середньорічна температура становить $+7...+8$ °С. Природно-ресурсний потенціал представлений сільськогосподарськими угіддями, лісовими масивами (понад 17% території області), а також покладами нафти, газу, торфу [10].

Господарський профіль Сумщини є змішаним: домінують машинобудування, хімічна промисловість, харчова галузь і сільське

господарство. Промислове виробництво зосереджене переважно у Сумах, Шостці, Конотопі та Охтирці. Область має значний аграрний потенціал, зокрема в південних районах, де розвинене зернове господарство, тваринництво, садівництво та виробництво цукрових буряків.

Освітня система області охоплює всі рівні – від дошкільної до вищої освіти. У Сумах функціонують кілька вищих навчальних закладів державного рівня: Сумський державний університет, педагогічний університет імені А. С. Макаренка, аграрний університет. В інших містах діють технікуми, коледжі, фахові ліцеї, розгалужена мережа загальноосвітніх шкіл і закладів дошкільної освіти. Водночас унаслідок демографічного спаду та процесів децентралізації спостерігається нерівномірність розвитку освітньої мережі в різних районах, що потребує геоінформаційного моніторингу й оптимізації.

Соціальні виклики області пов'язані з прикордонним положенням, економічною депресією окремих територій, урбанізаційним дисбалансом, а також наслідками збройного конфлікту. Близькість до державного кордону та повторювані ракетні обстріли посилили потребу у створенні безпечних укриттів, реорганізації системи охорони здоров'я та адаптації освітньої інфраструктури до нових реалій.

Таким чином, Сумська область є регіоном зі складною просторовою організацією, поєднанням розвинених міських центрів та депресивних периферій, значним потенціалом для розвитку, але й наявними структурними проблемами, що потребують сучасних географічних підходів до аналізу та просторового планування, зокрема за допомогою ГІС.

Місто Суми – адміністративний центр Сумської області, найбільше за населенням та економічним потенціалом місто регіону. Розташоване на північному сході України, на берегах річки Псел (притока Дніпра), у межах Середньоросійської височини, на межі лісостепової і поліської фізико-географічних зон. Координати центру міста: 50°54' пн. ш., 34°48' сх. д. Територія міста становить приблизно 96,5 км², а чисельність населення станом на 2023 рік – близько 255 тис. осіб, що становить близько чверті усього населення області.

Місто має зручне географічне положення – на перетині транспортних шляхів (залізничних і автомобільних), що поєднують центральну та північну частини України з прикордонними районами. Водночас близькість до державного кордону з РФ (близько 35 км) робить його вразливим до безпекових загроз, особливо в умовах збройного конфлікту з 2022 року (рис. 2.3.).



Рис. 2.3. Місто Суми на карті [31]

Демографічна структура населення Сум характеризується зниженням чисельності через природний спад, міграцію молоді до інших регіонів та країн, а також релокацію частини населення внаслідок війни. Проте в місті зберігається відносно висока частка працездатного населення та значна кількість студентської молоді завдяки розвиненій системі вищої освіти. Щільність населення варіюється в межах міських районів: найвища спостерігається в мікрорайонах Хіммістечко, Курський та Центр, нижча – у районах з приватною забудовою (Веретенівка, Василівка).

Функціонально-планувальна структура міста представлена низкою мікрорайонів: Центр, Хіммістечко, Курський, Прокоф'євка, Баси, Лугове, Баранівка, Веретенівка та інші. Центр міста виконує адміністративну, культурну, фінансову та освітню функції. Промислові підприємства зосереджені переважно на околицях та у східній частині міста. Суми мають добре розвинену транспортну мережу, зокрема тролейбусне і автобусне сполучення, міську залізничну станцію, автовокзал.

Економіка міста представлена машинобудуванням, хімічною, харчовою, нафтопереробною промисловістю, торгівлею, послугами, освітою та медициною. У місті функціонують великі підприємства: АТ «Сумське НВО», завод «Насосенергомаш», кондитерська фабрика, підприємства легкої промисловості. Суми є важливим освітнім центром північного сходу України: тут розташовані такі провідні заклади вищої освіти, як Сумський державний університет, Сумський педагогічний університет імені А. С. Макаренка, Сумський національний аграрний університет, а також низка коледжів, ліцеїв, технікумів і профтехучилищ.

Мережа закладів загальної середньої та дошкільної освіти є розгалуженою: у місті діє понад 40 шкіл, більше 40 дитсадків, декілька навчально-виховних комплексів, ліцеїв, гімназій, спеціалізованих закладів. Проте у зв'язку з урбанізаційними процесами, деякі райони мають надлишкове навантаження на освітню інфраструктуру – зокрема у новобудовах (м-н Басівщина, Еспланада, СКД), де щільність населення зростає, а кількість шкіл поки не відповідає потребам. Це актуалізує необхідність просторового аналізу та планування освітньої інфраструктури з використанням геоінформаційних систем.

Соціально-культурна сфера міста включає численні театри, музеї, бібліотеки, заклади позашкільної освіти, спортивні та культурні центри. Останні роки відзначені розвитком громадських ініціатив, розширенням ІТ-сектору, інфраструктури для молоді, інтеграцією цифрових сервісів у міське управління.

Виклики міста пов'язані з демографічним спадом, старінням населення, зниженням інвестиційної активності, а з 2022 року – із загрозами безпеки та

періодичними обстрілами. У цих умовах пріоритетом стає адаптація соціальної інфраструктури до нових реалій, зокрема впровадження цифрових рішень, оптимізація освітньої мережі, розвиток просторового планування.

Таким чином, місто Суми є ключовим соціально-економічним, освітнім і адміністративним центром області. Його соціально-географічні характеристики обумовлюють необхідність глибокого аналізу просторової організації міських функцій, зокрема в галузі освіти, з опорою на сучасні інструменти ГІС та стратегії сталого розвитку.

Місто Шостка – одне з найбільших міст Сумської області, розташоване на півночі регіону, в межах Новгород-Сіверського геоморфологічного району, на річці Шостка (притока Десни). Координати: 51°52' пн. ш., 33°29' сх. д. Площа міста становить близько 44 км², чисельність населення – приблизно 70 тис. осіб (станом на 2023 рік). Шостка є важливим адміністративним, промисловим та освітнім центром північної частини області, а також одним із міст, які входять до прикордонної зони з Російською Федерацією (рис. 2.4.).

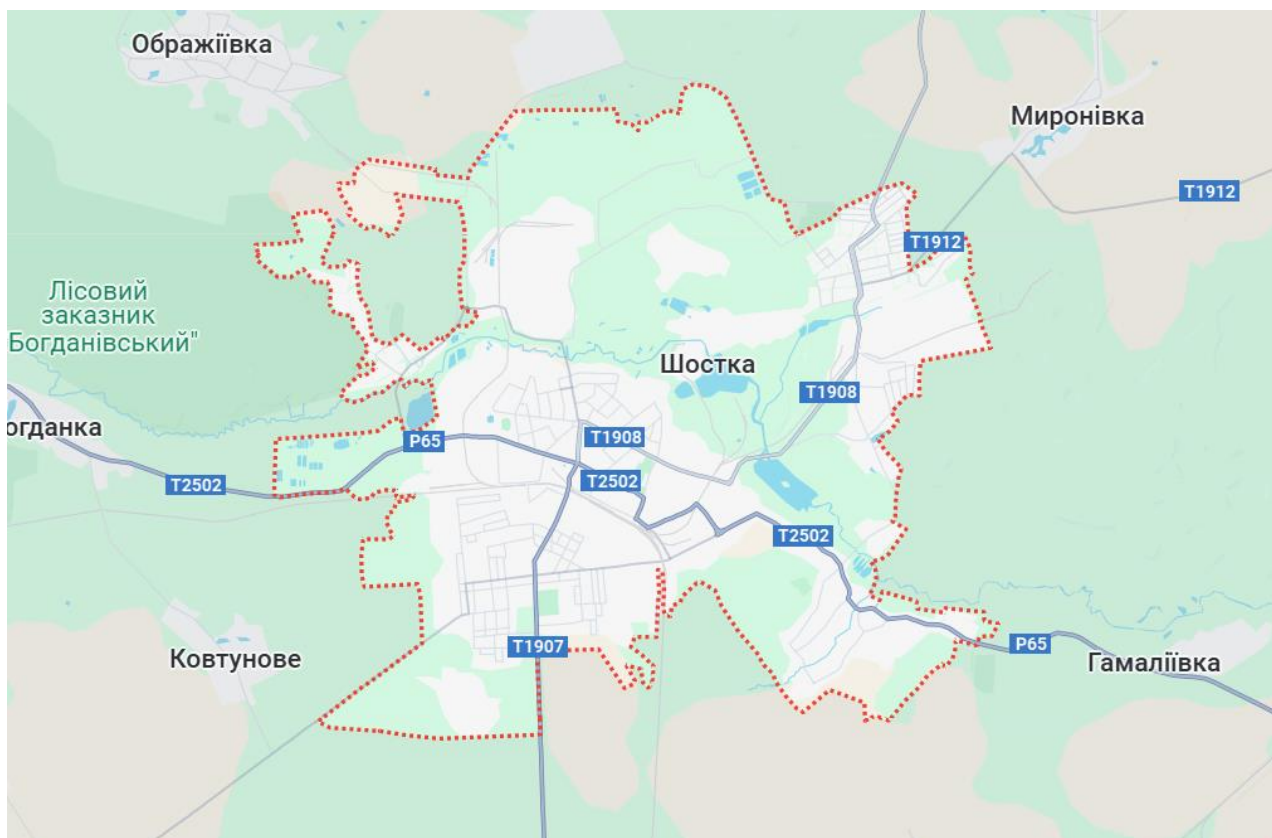


Рис. 2.4. Місто Шостка на карті [31]

Історично місто виникло як промислове поселення у XVIII столітті – тут було засновано пороховий завод, що згодом визначило індустріальний профіль населеного пункту. Протягом XX століття Шостка перетворилася на багатогалузевий промисловий центр з розвиненою хімічною, целюлозно-паперовою та кінематографічною промисловістю. До 1990-х років місто входило до системи оборонно-промислового комплексу СРСР. Після розпаду СРСР Шостка зазнала структурної економічної трансформації, що супроводжувалася занепадом окремих підприємств і відтоком населення, особливо молоді.

Демографічна ситуація характеризується поступовим скороченням чисельності населення, старінням населення та зменшенням частки молоді. Однак у зв'язку з воєнними подіями у 2022–2023 роках місто тимчасово приймало внутрішньо переміщених осіб з прикордонних сіл, що дещо вплинуло на структуру населення. Переважає міське населення, сільське – незначне (у складі Шосткинської міської територіальної громади є декілька сільських населених пунктів).

Функціонально-планувальна структура міста включає низку житлових мікрорайонів, розділених природними бар'єрами (річки, лісові масиви, залізничні колії). Місто має порівняно компактну забудову, що забезпечує хорошу пішохідну доступність до соціальної інфраструктури. Центр виконує адміністративну, торгову та культурну функції; промислові зони розташовані на околицях. Мережа громадського транспорту обмежена, переважають маршрутні таксі та автобуси.

Освітня мережа міста Шостка охоплює заклади дошкільної, загальної середньої, фахової передвищої та частково – вищої освіти. У місті функціонують:

- понад 10 загальноосвітніх шкіл,
- близько 10 дитячих садків,
- кілька професійно-технічних навчальних закладів,
- філія Сумського державного університету (Шосткинський інститут),
- коледж хіміко-технологічного профілю.

Попри значну інфраструктуру, у деяких районах спостерігається нерівномірність забезпечення освітніми закладами, особливо внаслідок старіння мікрорайонів, демографічного спаду та обмежених фінансових ресурсів громади.

Економічна база міста нині зосереджена на переробній промисловості, харчовому виробництві, деревообробці, окремих приватних ініціативах у сфері легкої промисловості та ІТ. Великі підприємства минулого або зупинені, або працюють у скороченому форматі. Частина мешканців працює в бюджетній сфері – освіта, охорона здоров'я, адміністрація.

Соціальна інфраструктура міста включає лікарні, культурні заклади (музичні школи, Палац культури, бібліотеки), спортивні комплекси, гуртки для дітей і молоді. В останні роки посилено впроваджуються елементи цифрового врядування, платформи електронного запису до закладів освіти, автоматизовані системи управління.

Проблеми і виклики Шостки пов'язані із прикордонним розташуванням і постійними загрозами обстрілів з території РФ, що обмежує інвестиційний розвиток та ускладнює стабільну роботу закладів освіти й охорони здоров'я. Частина об'єктів інфраструктури зазнала ушкоджень під час бойових дій або обмежень у функціонуванні.

У цьому контексті використання геоінформаційних систем (ГІС) для аналізу освітньої мережі, зон безпеки, доступності об'єктів соціальної інфраструктури стає особливо актуальним. ГІС-аналіз дозволяє оптимізувати освітню мережу, враховуючи нові демографічні умови, зони ризику, а також потреби громади в умовах обмежених ресурсів.

Таким чином, Шостка є важливим містом півночі Сумщини, що потребує стратегічного перепланування освітньої мережі з урахуванням демографічних змін, воєнної ситуації та нових підходів до просторової організації соціальної інфраструктури.

Конотоп – одне з найбільших міст Сумської області, розташоване в південно-західній частині регіону, на межі Лівобережного лісостепу. Місто лежить на річці Єзуч (притока Сейму), за географічними координатами: 51°15'

пн. ш., 33°12' сх. д. Загальна площа міста становить близько 43 км², а чисельність населення на 2023 рік – орієнтовно 80 тис. осіб, хоча демографічна ситуація останні роки залишається нестабільною через міграцію, природний спад і загальний соціально-економічний занепад (рис. 2.5.)

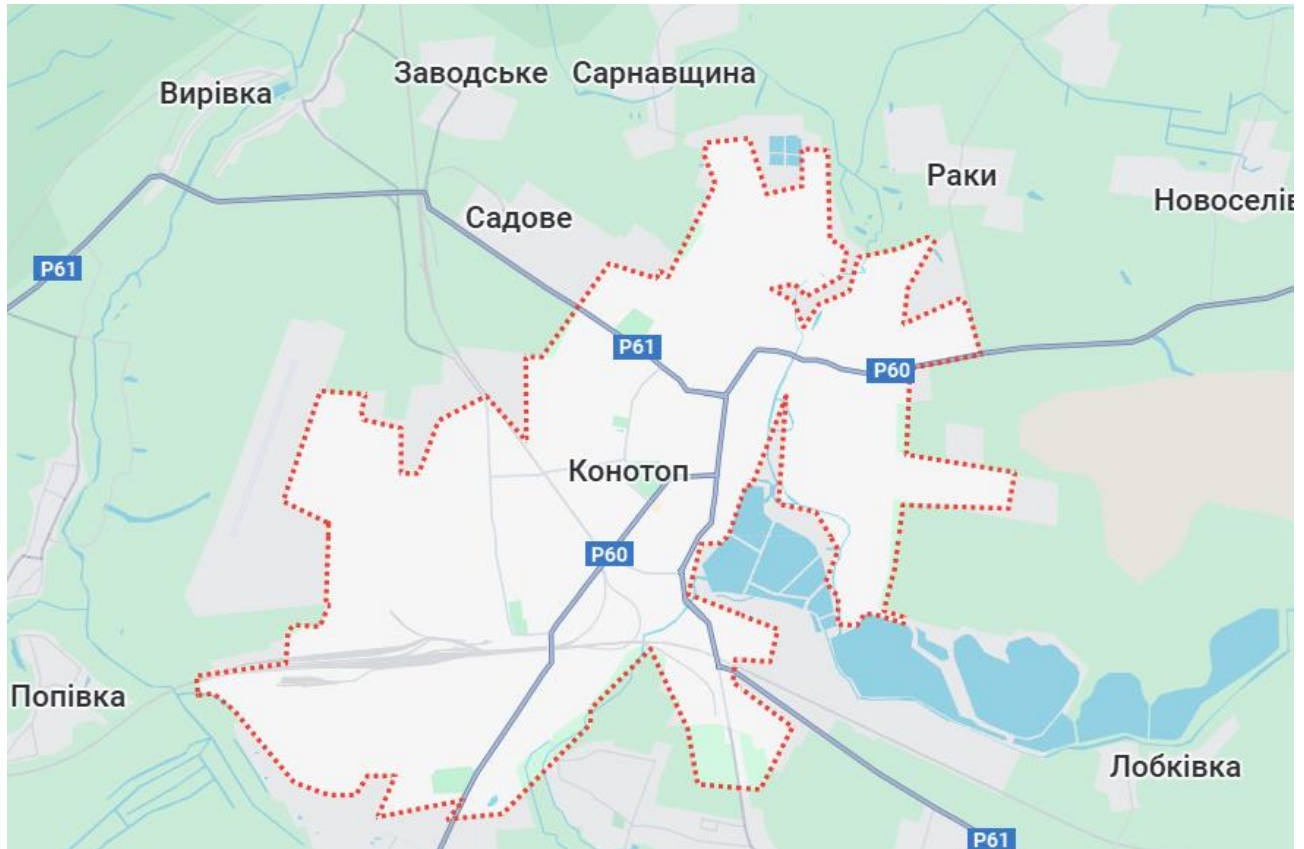


Рис. 2.5. Місто Конотоп на карті [31]

Конотоп має вигідне транспортно-географічне положення, яке історично зумовило його розвиток як важливого залізничного вузла. Через місто проходять залізничні та автомобільні шляхи державного значення, що сполучають північний схід і центр України. Завдяки цьому Конотоп став одним з головних логістичних центрів регіону. У місті діє локомотивне депо, залізнична станція міжрегіонального значення та вузол контактної мережі електропоїздів.

Фізико-географічні умови території сприятливі для розвитку міської інфраструктури: рельєф слабохвилястий, з незначними висотами, клімат помірно континентальний, із середньорічною температурою близько +7 °С, достатнім рівнем зволоження. Природно-ресурсна база навколо міста включає родючі

грунти, лісосмуги, невеликі річки, ставки, які частково використовуються для рекреації.

Демографічна структура міста змінюється: спостерігається зменшення чисельності населення, збільшення частки осіб пенсійного віку та від'ємне сальдо міграції, зокрема серед молоді. Молодь часто виїжджає до більших міст або за кордон у пошуках кращої освіти та роботи. Водночас у місті зберігається певна концентрація активного населення, зокрема завдяки функціонуванню базових підприємств, закладів освіти та медичних установ.

Функціонально-планувальна структура Конотопа поділяється на кілька мікрорайонів: центральна історична частина, житлові масиви на південному заході та сході, промислові зони вздовж залізниці. Більшість населення проживає в середньо- та малоповерховій забудові. Центр виконує адміністративні, культурні та торговельні функції. Міська інфраструктура загалом розвинена, однак потребує модернізації, особливо в транспортному обслуговуванні та благоустрої периферійних районів.

Економіка міста має промислово-сервісний профіль. Історично Конотоп розвивався як машинобудівний центр, і нині збереглися підприємства вагонобудування, металообробки, ремонту залізничної техніки. Поряд з цим, розвиваються харчова, легка промисловість, приватний бізнес, торгівля, послуги. Частина населення працює в бюджетній сфері: охорона здоров'я, освіта, культура, державне управління.

Освітня інфраструктура міста включає:

- понад 15 загальноосвітніх шкіл (включаючи гімназії та ліцеї);
- понад 10 закладів дошкільної освіти;
- професійно-технічні навчальні заклади (зокрема Конотопський індустріально-педагогічний технікум, медичний фаховий коледж);
- освітні відділення університетів (філії, дистанційні платформи).

Наявна освітня мережа загалом охоплює потреби міського населення, але потребує оптимізації та оновлення матеріально-технічної бази. У нових житлових масивах шкільна інфраструктура сформована нерівномірно, а частина

шкіл збудована у 1970–80-х роках і вимагає реконструкції. Зростає потреба в інклюзивному доступі до навчання та цифровій трансформації шкільного середовища.

Соціальна інфраструктура міста включає лікарні, поліклініки, спортивні установи, музеї, культурні центри, музичні й художні школи. У місті активно працює громада, впроваджуються цифрові сервіси в освіті, управлінні й комунікації з мешканцями. Водночас актуальними залишаються проблеми занедбаної інфраструктури, поганого стану доріг, скорочення фінансування соціальної сфери.

Геополітичні ризики, пов'язані з близькістю до зони бойових дій, а також необхідність у модернізації освітньої інфраструктури, створюють передумови для застосування геоінформаційних технологій. ГІС-дослідження можуть бути використані для аналізу просторової доступності до шкіл, ідентифікації «білих плям» у мережі освітніх послуг, планування реконструкції або будівництва нових об'єктів.

Таким чином, Конотоп – місто з історично сформованою промисловою та логістичною функцією, помітним освітнім потенціалом і соціальними викликами. Соціально-географічні особливості Конотопа формують специфічні умови для розвитку шкільної інфраструктури та потребують комплексного просторового аналізу з урахуванням сучасних демографічних, економічних і безпекових тенденцій.

Охтирка – місто обласного значення, розташоване в південно-західній частині Сумської області, на річці Ворскла (басейн Дніпра), в межах Лівобережного лісостепу. Географічні координати: 50°18' пн. ш., 34°54' сх. д. Територія міста становить близько 30 км², а чисельність населення – орієнтовно 45 тис. осіб (станом на 2023 рік). Охтирка є адміністративним центром Охтирського району та важливим соціально-економічним вузлом на південному заході області (рис. 2.6.).

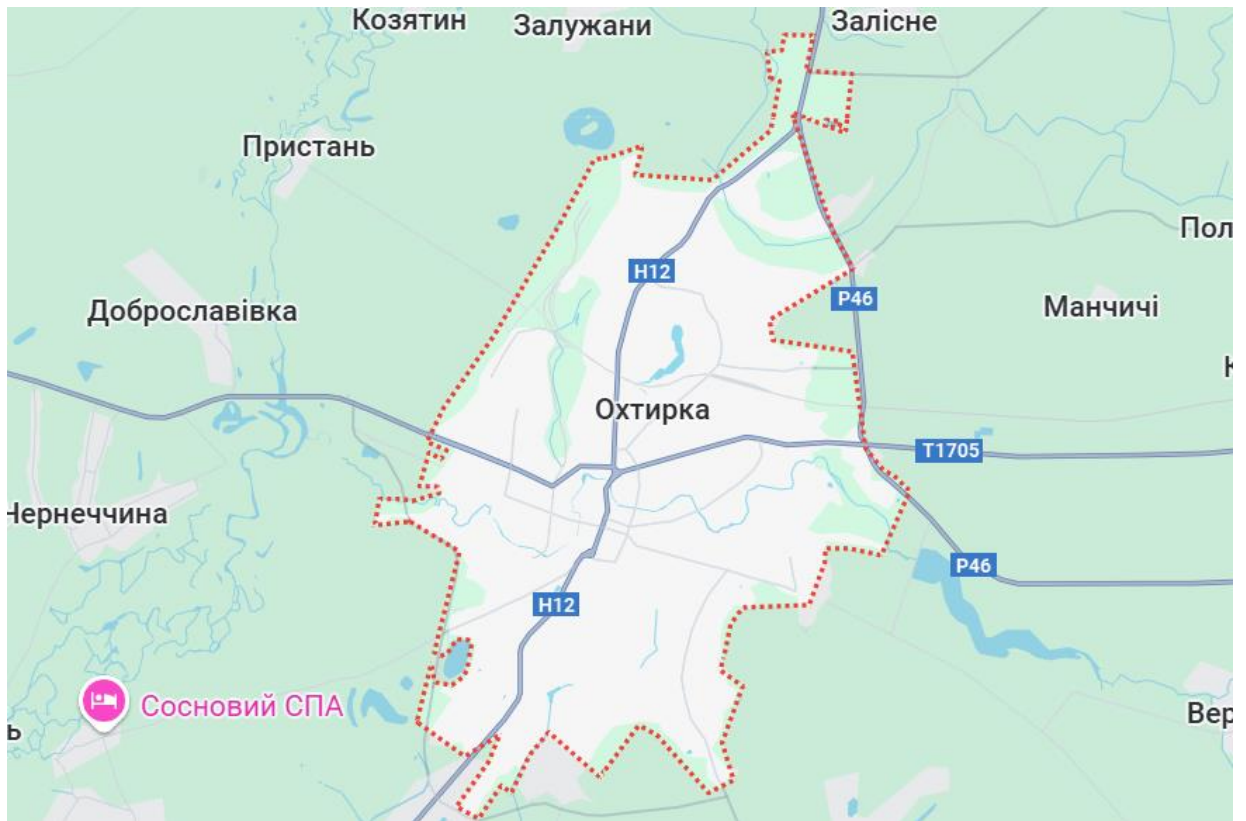


Рис. 2.6. Місто Охтирка на карті [31]

Місто має вигідне географічне положення: розташоване на перехресті транспортних маршрутів, що з'єднують Сумську, Полтавську та Харківську області. Через місто проходять автомобільні дороги регіонального та державного значення, залізниця, що забезпечує сполучення з містами Харків, Тростянець, Лебедин, Богодухів. Це створює умови для розвитку логістики, торгівлі та сфери послуг.

Фізико-географічні умови території сприятливі для розміщення населеного пункту: помірно-хвилястий рельєф, родючі сірі лісові та чорноземні ґрунти, наявність водних ресурсів (річки Ворскла та Охтирка), помірно континентальний клімат із м'якою зимою та теплим літом. Природне оточення включає лісові масиви, лучні заплави, рекреаційні ділянки, що сприяє розвитку зелених зон міста.

Демографічна структура населення Охтирки має ознаки старіння: зменшується частка дітей та молоді, зростає кількість осіб похилого віку. Природний приріст є від'ємним. Молодь часто мігрує до Харкова, Києва,

Полтави або за кордон у пошуках вищої освіти та працевлаштування. Проте частина населення залишається завдяки стабільній роботі підприємств, бюджетної сфери та доступної соціальної інфраструктури.

Функціонально-планувальна структура міста охоплює компактну центральну частину, периферійні житлові мікрорайони, приватну забудову та промислові зони. Центр Охтирки виконує адміністративну, культурну, освітню й комерційну функції. Історична частина міста включає об'єкти культурної спадщини, храми, меморіали, музеї. Промислові зони зосереджені на околицях, здебільшого у східному напрямку. Громадський транспорт – автобусний, маршрутні таксі, сполучення залізничне обмежене [13].

Економічна база міста базується на нафтогазовидобутку, переробній промисловості, деревообробці, легкій промисловості, харчовій галузі. Охтирка вважається одним із центрів нафтогазової промисловості України (родовища НГВУ «Охтирканафтогаз»). Промисловість забезпечує часткову зайнятість населення, однак після руйнувань 2022 року частина підприємств зазнала пошкоджень або тимчасово припинила роботу.

Освітня інфраструктура міста включає:

- близько 10 загальноосвітніх закладів (школи, гімназії, ліцеї),
- понад 10 закладів дошкільної освіти,
- заклади позашкільної освіти (музична школа, дитячо-юнацька спортивна школа, центр позашкільної роботи),
- фаховий коледж Сумського національного аграрного університету, а також структурні освітні платформи дистанційного навчання.

Незважаючи на компактні розміри міста, забезпеченість освітніми послугами в різних мікрорайонах нерівномірна, особливо після воєнних дій 2022 року, коли частина закладів була пошкоджена, а навчання тимчасово проводилося дистанційно або в змішаній формі. Деякі заклади освіти потребують ремонту або оновлення матеріально-технічної бази.

Соціальна сфера Охтирки включає заклади охорони здоров'я (центральна міська лікарня, поліклініки), бібліотеки, музей краєзнавства, спортивно-

культурні об'єкти. В місті реалізуються проекти цифрової трансформації управління, розвивається громадянське суспільство, зростає роль молодіжних ініціатив.

Виклики міста пов'язані з наслідками збройної агресії РФ у 2022 році, яка призвела до пошкоджень житлового фонду, об'єктів енергетики, освіти, медицини. Станом на 2023 рік тривають відновлювальні роботи. Безпекова ситуація накладає обмеження на планування інфраструктури, зокрема шкільної – акцент переноситься на укриття, резервні джерела живлення, цифрові платформи.

Використання ГІС-технологій у цьому контексті набуває особливого значення. Просторовий аналіз дозволяє визначати зони дефіциту освітніх послуг, моделювати зони доступності шкіл і садків, аналізувати безпечні маршрути руху учнів, що є особливо актуальним у післявоєнних умовах.

Таким чином, Охтирка – місто з розвиненим промисловим потенціалом, історичною спадщиною та стабільною, але вразливою соціальною структурою. Його соціально-географічні характеристики створюють передумови для використання геоінформаційного підходу до планування та оптимізації освітньої мережі в умовах відновлення та сталого розвитку.

Аналіз соціально-географічних характеристик міст Суми, Шостка, Конотоп і Охтирка дозволяє зробити низку узагальнень щодо їх ролі у формуванні регіональної освітньої мережі та специфіки просторової організації соціальної інфраструктури.

По-перше, всі чотири міста відіграють важливу роль у структурі урбанізованого простору Сумської області, виконуючи функції адміністративних, економічних і культурних центрів відповідних районів. Водночас вони суттєво різняться за чисельністю населення, функціональним профілем, темпами соціального розвитку та демографічною динамікою.

По-друге, найбільше соціально-економічне значення має місто Суми – обласний центр із найрозвиненішою інфраструктурою, включаючи повну освітню вертикаль: від дошкільної до вищої освіти. Водночас зростання нових

житлових мікрорайонів створює територіальну нерівномірність у розміщенні закладів освіти, що потребує просторового аналізу та подальшого перепланування.

Шостка і Конотоп мають потужну індустріальну історію та інфраструктуру, але в умовах демографічного спаду й економічної реструктуризації стикаються з дефіцитом молодого населення та неоднорідністю освітньої забезпеченості. У Шостці додатковим фактором є прикордонне положення та підвищені безпекові ризики. У Конотопі – значна територіальна площа й переваги логістичної доступності, що створює передумови для розвитку освітніх кластерів.

Охтирка вирізняється компактною забудовою, збереженою промисловою базою та стабільною освітньою мережею, однак зазнала значних руйнувань унаслідок збройної агресії РФ у 2022 році. Це створює нові виклики для просторової адаптації освітньої інфраструктури в умовах відновлення міського середовища.

Таким чином, соціально-географічний аналіз засвідчив наявність спільних проблем, таких як старіння населення, зношеність матеріальної бази шкіл, нерівномірний розподіл освітніх послуг у межах міст, а також локальних особливостей, які мають бути враховані при подальшому просторовому плануванні та застосуванні ГІС-технологій у дослідженні освітньої інфраструктури. Проведений аналіз формує базу для наступного етапу – безпосереднього вивчення геопросторової організації освітньої мережі та її оптимізації відповідно до сучасних потреб населення.

2.2. Просторова організація освітньої мережі та її відповідність потребам населення

Просторова організація освітньої мережі – це результат багаторічного історичного, демографічного й адміністративного розвитку міських територій, що відображає не лише кількісні параметри розміщення навчальних закладів, а й

рівень їх доступності, функціонального навантаження, відповідності сучасним соціальним та освітнім потребам населення. В умовах урбаністичних трансформацій та демографічного спаду структура освітньої інфраструктури потребує регулярного аналізу, зокрема з використанням інструментів геоінформаційного моделювання.

У чотирьох містах Сумської області – Сумах, Шостці, Конотопі та Охтирці – освітня мережа представлена закладами всіх рівнів: від дошкільної до фахової передвищої та вищої освіти. У кожному з міст функціонують загальноосвітні школи, дитячі садки, позашкільні установи (будинки творчості, музичні школи, спортивні школи), а також професійно-технічні й коледжі. Проте структурна рівномірність і просторове охоплення територій суттєво різняться між містами й навіть між окремими мікрорайонами одного населеного пункту [15].

У місті Суми освітня мережа формувалася на основі радянського мікрорайонного принципу, коли школа будувалася в центрі житлового масиву. Проте із розширенням забудови у східному та північному напрямках (м-ни Басівщина, Еспланада, Добровольна) виникає дефіцит шкіл і садків, оскільки темпи будівництва освітніх установ відстають від приросту житла. У центральній частині міста, навпаки, спостерігається перенасичення освітніми закладами, однак більшість з них збудовані ще в 1960–1980-х роках і потребують модернізації. Незважаючи на загальну доступність, якість інфраструктури, наявність інклюзивного середовища та ІТ-обладнання значною мірою відстає від сучасних стандартів.

У Шостці просторове охоплення шкільною мережею є відносно рівномірним завдяки компактності міста. Проте наслідки економічного занепаду та демографічного спаду призвели до зменшення кількості учнів і недозавантаження шкіл у деяких районах. У прикордонних умовах зростає потреба в адаптації освітніх закладів до нових реалій – створення укриттів, облаштування цифрових класів, гнучкого використання приміщень. Просторова структура потребує оптимізації з урахуванням змін у віковій структурі населення та внутрішньої міграції.

Конотоп, як транспортний і логістичний вузол, має розгалужену мережу шкіл та дитсадків, яка охоплює основні житлові райони. Водночас просторовий аналіз виявляє нерівномірність забезпечення периферійних кварталів, особливо в умовах нового житлового будівництва або зміни функціонального призначення районів. Деякі заклади потребують реконструкції або переоснащення. Існує потенціал для створення освітніх кластерів, зокрема на базі технічних ліцеїв і коледжів, з інтеграцією професійної орієнтації для старшокласників.

У Охтирці, з огляду на компактність міста, просторове покриття освітніми закладами є відносно повним. Проте внаслідок бойових дій 2022 року частина інфраструктури була пошкоджена, що вплинуло на доступність та якість освітніх послуг. В умовах відновлення міста важливо здійснювати перепланування шкільної мережі з урахуванням актуальних потреб населення, безпекових ризиків та оптимізації маршрутів до закладів освіти.

Аналіз загальної відповідності освітньої мережі потребам населення дозволяє зробити кілька висновків:

- по-перше, формально забезпеченість закладами освіти в містах є достатньою, однак у межах мікрорайонів простежуються «освітні білі плями» – території з недостатньою кількістю установ або перевантаженими школами;
- по-друге, потреби різних вікових груп населення враховуються недостатньо, особливо щодо інклюзивного середовища, цифрової інфраструктури, гнучких освітніх форматів;
- по-третє, воєнні загрози та післявоєнна відбудова вимагають переосмислення підходів до просторового планування шкільної мережі – з акцентом на безпеку, мобільність, гібридність і адаптивність.

У цьому контексті використання геоінформаційних систем (ГІС) є ключовим інструментом для виявлення просторових диспропорцій, оптимізації розташування закладів, моделювання зон пішохідної та транспортної доступності, визначення пріоритетів для інвестицій у сферу освіти. Застосування ГІС дозволяє створити інтерактивні карти забезпеченості освітніми послугами,

здійснювати прогнозування освітніх потреб і будувати стратегії просторового розвитку з урахуванням соціально-демографічних змін.

2.3. Підготовка та аналіз вхідних даних для побудови геоінформаційної моделі

Підготовка вхідних даних є одним із ключових етапів у створенні геоінформаційної моделі, що дозволяє здійснювати просторовий аналіз розміщення об'єктів соціальної інфраструктури, зокрема закладів освіти. Якість, повнота та структурованість вихідної інформації безпосередньо визначають ефективність подальшого картографування, моделювання доступності та прийняття рішень на основі ГІС-аналізу.

На етапі підготовки до створення ГІС-моделі було ідентифіковано три основні групи даних (рис. 2.7.).

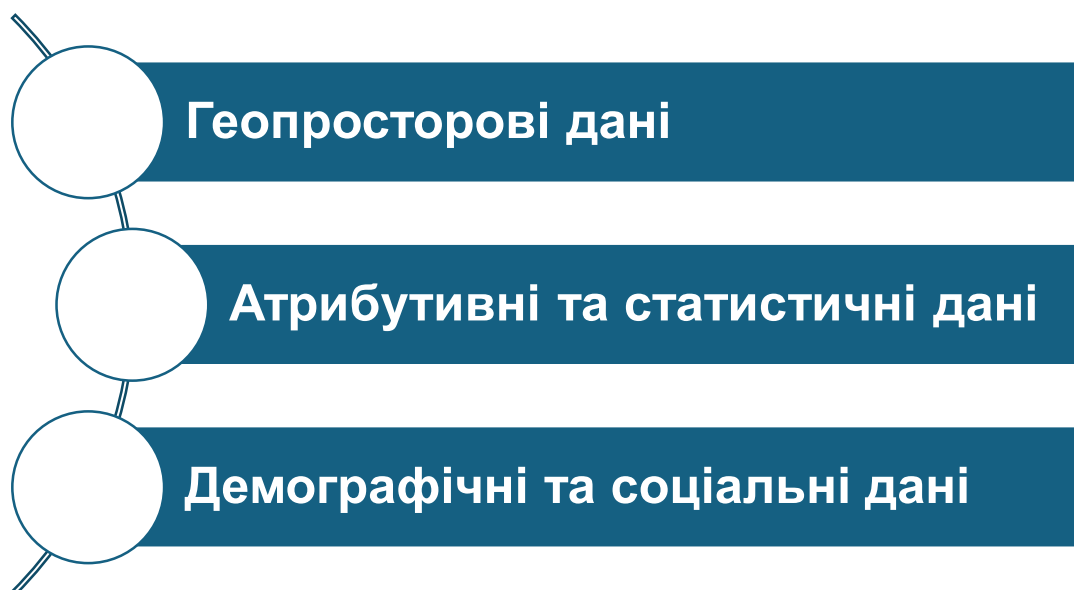


Рис. 2.7. Групи даних

Геопросторові дані становлять фундаментальну основу для побудови геоінформаційної моделі, яка дозволяє здійснювати просторовий аналіз розміщення закладів освіти та оцінку їх відповідності потребам населення. У межах цього дослідження до геопросторового блоку були включені такі основні

категорії даних: адміністративно-територіальні межі, транспортна інфраструктура, місця розташування освітніх закладів, житлова забудова, природні об'єкти та буферні зони доступності.

Перш за все, було зібрано та опрацьовано дані про адміністративні межі міст Суми, Шостка, Конотоп і Охтирка. Вони використовуються як базовий каркас для формування просторової структури дослідження. В межах кожного міста були деталізовані межі мікрорайонів, житлових кварталів та функціональних зон, що забезпечило можливість локалізованого аналізу освітнього навантаження. Джерелом для створення цього шару стали офіційні дані з кадастрових карт, відкритого проєкту OpenStreetMap, а також геосервіси національного геопорталу [41].

Другим важливим елементом стала транспортна мережа, яка включає дорожні артерії, залізниці, зупинки громадського транспорту, пішохідні зони та мости. Транспортна доступність є критично важливою умовою при аналізі досяжності освітніх послуг. Побудова маршрутів від житлових масивів до шкіл або дитсадків дозволяє виявити території з надмірно ускладненим або небезпечним доступом. Дані про транспортну мережу були зібрані з OpenStreetMap, уточнені за супутниковими знімками Google Earth, а також за допомогою плагінів у QGIS.

Окрему увагу було приділено створенню точкового шару об'єктів освітньої інфраструктури. Кожен заклад був геокодований вручну на основі його офіційної адреси, із прив'язкою до географічних координат. У структурі цього шару містяться атрибути: тип закладу (дошкільний, загальноосвітній, позашкільний), назва, форма власності, кількість учнів або вихованців, профіль навчання, наявність укриття та інші характеристики. Це забезпечило основу для просторової візуалізації та аналізу забезпеченості територій освітніми послугами.

Дані про житлову забудову дозволили врахувати щільність населення та його розподіл по місту. Зокрема, було виділено зони багатоповерхової забудови, приватного сектору, новобудов. Це дало змогу зіставити кількість населення

дитячого віку з кількістю наявних місць у школах і дитсадках у кожному мікрорайоні. Просторовий аналіз показав, що в деяких нових житлових масивах (наприклад, у Сумах – мікрорайони Добровольна, Еспланада) спостерігається дефіцит освітньої інфраструктури.

До екологічних і ландшафтних чинників, які також були враховані в моделі, належать водойми, лісосмуги, яри, схили та інші природні перешкоди. Вони не лише впливають на реальний маршрут до закладу освіти, а й можуть визначати доцільність будівництва нових шкіл у певній місцевості. Наприклад, близькість до річки чи лісу може створювати потребу в додаткових заходах безпеки або утруднювати щоденний доступ учнів.

Для кожного закладу освіти також були побудовані буферні зони з радіусом 300, 500 і 1000 метрів. Це дозволило визначити, які райони міста потрапляють у зони освітньої доступності, а які – потребують додаткового закладення інфраструктурних об'єктів. Буферний аналіз у поєднанні з даними про щільність населення та демографічну структуру став одним із ключових елементів при подальшому геоінформаційному моделюванні.

У сукупності, підготовлені геопросторові дані забезпечують багатовимірне представлення території дослідження. Вони стали базою для інтегрованої ГІС-моделі, яка дозволяє не лише візуалізувати існуючий стан освітньої інфраструктури, а й здійснювати просторове планування її оптимізації відповідно до реальних потреб населення.

Атрибутивні та статистичні дані є ключовим компонентом геоінформаційного аналізу, оскільки вони надають змістове наповнення просторовим об'єктам і дозволяють оцінити не лише кількісні, але й якісні характеристики освітньої інфраструктури. Якщо геопросторові дані забезпечують «картографічний кістяк» моделі, то атрибутивні дані – це «функціональне тіло», яке дозволяє розкрити реальне функціонування освітніх закладів, рівень їх доступності, завантаженості, технічного стану й відповідності соціально-демографічним потребам населення.

У межах цього дослідження атрибутивні характеристики були зібрані для всіх типів закладів освіти, розташованих у містах Суми, Шостка, Конотоп і Охтирка. До основних атрибутів, що були включені в геоінформаційну модель, належать назва закладу, його тип (дошкільний, загальноосвітній, позашкільний, професійно-технічний), форма власності (комунальна, державна, приватна), рік побудови або останньої реконструкції, кількість учнів або вихованців, кількість класів або груп, наявність інклюзивного середовища, технічне обладнання, а також наявність укриття відповідно до вимог безпеки воєнного часу. Така деталізація дозволила проаналізувати не лише фізичну наявність закладу на території міста, а й рівень його відповідності сучасним освітнім та соціальним стандартам [32].

Статистичні дані доповнили цей масив інформації, дозволяючи провести аналітичне зіставлення освітньої мережі з реальними демографічними характеристиками населення. Було використано дані про чисельність та вікову структуру мешканців мікрорайонів, кількість дітей дошкільного та шкільного віку, динаміку народжуваності та міграції, дані про кадрове забезпечення закладів освіти, фінансування галузі, участь у програмах розвитку тощо. Зокрема, було визначено рівень забезпечення місцями в дитсадках і школах (у розрахунку на 1000 дітей), рівень педагогічного навантаження, а також результати зовнішнього незалежного оцінювання, які відображають якість освітніх послуг.

Весь масив атрибутивних і статистичних даних було структуровано у вигляді таблиць формату CSV з подальшим приєднанням до просторових шарів у середовищі QGIS. Для цього було створено унікальні ідентифікатори кожного закладу освіти, що забезпечили правильне зв'язування з точковим шаром. Додатково була проведена верифікація інформації через супутникові знімки та карти, що дозволило усунути помилки геокодування, виявити дублікати та неповні записи.

Інтеграція атрибутивної та статистичної інформації в ГІС-модель дала змогу провести просторову аналітику за кількома напрямками: по-перше, оцінити

щільність розміщення закладів освіти у розрізі житлових масивів; по-друге, виявити території з перевищенням чи дефіцитом учнівського контингенту; по-третє, змоделювати зони доступності та оцінити відповідність освітньої інфраструктури реальним потребам. Наприклад, завдяки зіставленню кількості дітей шкільного віку в певному мікрорайоні з пропускнуою здатністю найближчих шкіл, було виявлено осередки потенційного перевантаження. У свою чергу, аналіз фінансування дозволив виділити пріоритетні об'єкти для модернізації або додаткових інвестицій [28].

Таким чином, атрибутивні та статистичні дані в геоінформаційному проєкті виконують не лише описову, але й аналітичну функцію. Вони дають змогу переходити від простого картографування до інтелектуального моделювання, що є основою прийняття рішень у сфері просторового планування освітньої інфраструктури. У подальших розділах ці дані використовуються як підґрунтя для побудови інтегрованої ГІС-моделі освітньої мережі міст Сумської області.

Демографічні та соціальні дані є критично важливими в контексті аналізу освітньої інфраструктури, оскільки вони дозволяють не лише описати структуру населення, а й виявити закономірності формування попиту на освітні послуги. У межах даного дослідження ці дані використовуються для оцінки відповідності існуючої мережі закладів освіти демографічним характеристикам населення міст Сумської області – зокрема Сум, Шостки, Конотопа та Охтирки. Їх інтеграція у геоінформаційну модель дозволяє з високим рівнем точності визначати зони дефіциту або надлишку навчальних місць, прогнозувати майбутнє навантаження на систему освіти та моделювати просторову оптимізацію мережі.

Основними демографічними показниками, які враховувалися в дослідженні, були: загальна чисельність населення у розрізі мікрорайонів; чисельність дітей дошкільного та шкільного віку (від 3 до 6 та від 6 до 17 років відповідно); коефіцієнти природного приросту/спаду населення; інтенсивність міграційних процесів, зокрема притік або відтік населення у зв'язку з воєнними

подіями після 2022 року; структура домогосподарств; а також прогнозована динаміка вікових груп на найближчі 5–10 років.

Значну увагу було приділено територіальному розподілу дітей шкільного віку, адже саме він формує базу для просторового планування мережі загальноосвітніх шкіл. На підставі даних Державної служби статистики України, демографічних оглядів територіальних громад, місцевих програм соціального розвитку та відкритих даних ЦНАПів, було створено статистичну карту густоти дитячого населення, яку інтегровано до ГІС. Ця карта дозволила оцінити, чи достатньо місць у школах та садках у конкретному мікрорайоні, і чи відповідає географія розміщення закладів фактичному розселенню дітей. У деяких випадках були виявлені значні територіальні диспропорції: у новозаселених житлових кварталах спостерігався дефіцит освітніх послуг, тоді як у старих районах – надлишок закладів з частково незаповненими місцями.

Окремий блок інформації становили соціальні характеристики населення, які мають безпосередній вплив на освітню політику. Зокрема, було враховано рівень зайнятості батьків (наявність двозмінної роботи, що вимагає подовженого режиму роботи шкіл і дитсадків), частку малозабезпечених сімей, кількість багатодітних родин, частку сімей, що потребують соціальної підтримки, а також наявність у мікрорайонах внутрішньо переміщених осіб (ВПО). Після початку повномасштабної агресії Росії в 2022 році багато сімей із постраждалих регіонів оселилися в містах Сумської області, що суттєво змінило соціальну та демографічну ситуацію – зокрема в містах Суми й Шостка. Це призвело до несподіваного зростання попиту на освітні послуги в окремих районах і, відповідно, потреби в оперативному перепрофілюванні або відкритті нових навчальних груп [47].

Також важливим є врахування тенденцій старіння населення, що спостерігається в окремих містах, особливо в Конотопі й Охтирці. Це створює ситуацію, коли деякі освітні заклади не заповнюються на повну потужність, і вимагає не лише геоінформаційного, але й управлінського аналізу щодо можливого об'єднання або перепрофілювання освітніх установ.

Для забезпечення актуальності даних було здійснено перехресну перевірку статистики за кількома джерелами – офіційними державними порталами, місцевими радами, освітніми департаментами, а також аналітичними звітами міжнародних організацій (UNICEF, ІОМ, ОСНА). Структуровані таблиці з демографічною інформацією було приєднано до геопросторових шарів у середовищі ГІС, що дозволило отримати багатофакторну карту пріоритетності розвитку освітньої інфраструктури, з урахуванням реальної соціально-демографічної ситуації.

Таким чином, демографічні та соціальні дані відіграють ключову роль у побудові геоінформаційної моделі, оскільки дозволяють здійснити просторову оцінку збалансованості освітньої мережі, виявити нерівномірності, спрогнозувати навантаження на існуючі заклади освіти та обґрунтувати потребу в нових. Їх поєднання з геопросторовими та атрибутивними даними створює цілісну інформаційно-аналітичну платформу для прийняття ефективних управлінських рішень у сфері розвитку соціальної інфраструктури в умовах урбанізації та соціальної трансформації [19].

Таким чином, комплексна підготовка вхідних даних стала основою для формування багат шарової ГІС-моделі, що поєднує просторові, соціальні та демографічні характеристики освітньої інфраструктури. Це дозволяє перейти до етапу безпосереднього моделювання, візуалізації, аналізу доступності та формування рекомендацій для оптимізації розміщення закладів освіти в міському просторі Сумської області.

РОЗДІЛ 3. ГІС-АНАЛІЗ РОЗТАШУВАННЯ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ ТА КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

3.1. Побудова геобаз даних та тематичних карт освітніх закладів

Побудова геобаз даних та створення тематичних карт є основним етапом трансформації вхідної інформації у цілісну геоінформаційну модель, яка дозволяє здійснювати просторовий аналіз розміщення закладів освіти. Геобаза даних – це структурований набір просторових (геометричних) та атрибутивних (описових) даних, об'єднаних за єдиною логікою і призначених для інтеграції, аналізу та візуалізації інформації в ГІС-середовищі.

На першому етапі було здійснено об'єднання раніше зібраних геопросторових, статистичних та атрибутивних даних у єдину структуру за допомогою програмного забезпечення QGIS 3.34 та ArcGIS Pro. Усі просторові об'єкти – заклади освіти, житлові масиви, дорожньо-транспортна мережа, адміністративні межі – були приведені до єдиної системи координат (WGS 84) для забезпечення коректного географічного позиціонування.

Геобаза була організована за принципом багат шарової структури, де кожен тематичний шар містив окрему категорію об'єктів:

- точкові об'єкти – освітні заклади (школи, дитсадки, позашкільні установи);
- лінійні об'єкти – дороги, залізничні колії, пішохідні маршрути;
- полігональні об'єкти – межі мікрорайонів, зони забудови, буферні зони доступності;
- растрові дані – супутникові знімки, цифрова модель рельєфу.

У межах геобаз до кожного закладу було приєднано повну таблицю атрибутів: назву, тип, рік заснування, форму власності, кількість учнів, кількість класів, наявність укриття, інклюзію, технічний стан та інші характеристики. Для цього використовувалися функції «Join attributes by field value» (у QGIS) та «Relate» (в ArcGIS). Це забезпечило можливість фільтрації, тематичного класифікування та побудови аналітичних шарів.

На другому етапі були створені тематичні карти, які дозволили візуалізувати й інтерпретувати зібрану інформацію у картографічній формі. Серед них:

- Карта типів освітніх закладів (дошкільні, загальноосвітні, спеціалізовані, позашкільні);
- Карта щільності розміщення освітніх установ (кількість закладів на 1 км²);
- Карта забезпеченості населення навчальними місцями (кількість місць на 1000 дітей шкільного/дошкільного віку);
- Карта зон освітньої доступності (буферні зони 300 м, 500 м, 1 км);
- Карта технічного стану та потреби в модернізації закладів;
- Карта охоплення освітніми послугами у розрізі мікрорайонів.

Для створення цих карт використовувалися методи класифікації за кількісними показниками (наприклад, методом натуральних інтервалів або квантілів), символізація за категоріями, heatmap-аналіз для визначення зон концентрації, а також модель доступності із використанням буферного аналізу та просторових запитів. Було проведено аналіз перекриття шарів, що дозволило виявити просторові невідповідності між попитом і пропозицією – зокрема, у містах Суми та Охтирка виявлено квартали з високою щільністю дитячого населення, але відсутністю достатньої кількості навчальних закладів у межах пішохідної досяжності.

Окрему увагу було приділено побудові інтерактивної карти, що дає змогу в динамічному режимі вмикати/вимикати шари, переглядати атрибути кожного закладу, здійснювати пошук за назвою чи адресою. Це дозволяє використовувати карту не лише як дослідницький інструмент, а й як засіб комунікації результатів із фахівцями управління освітою, місцевими радами, громадськістю.

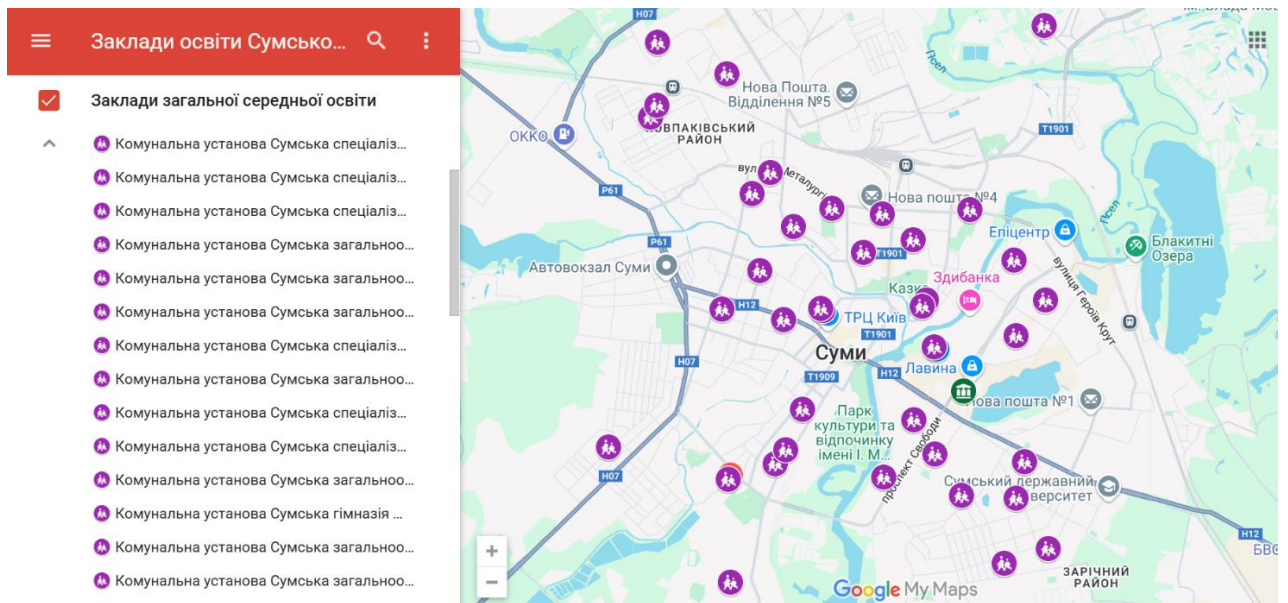


Рис. 3.1. Фрагмент інтерактивної карти

Таким чином, побудова геобаз даних і створення тематичних карт дозволила візуалізувати комплексну ситуацію з розміщенням освітніх установ, оцінити їх просторову організацію, ступінь відповідності демографічним і соціальним умовам, а також сформуванати базу для подальших сценаріїв оптимізації мережі на основі ГІС-моделювання.

3.2. Оцінка доступності та просторової рівномірності розміщення освітніх об'єктів

Оцінка доступності та просторової рівномірності освітньої інфраструктури є одним із центральних завдань геоінформаційного аналізу в урбаністичній географії. Вона дозволяє визначити, наскільки ефективно мережа навчальних закладів охоплює територію міста та чи забезпечує потреби населення в якійсь освіті у межах нормативної та фізичної досяжності.

Під доступністю у цьому дослідженні розуміється фізична доступність закладів освіти для мешканців, насамперед дітей шкільного та дошкільного віку. Дослідження передбачало розрахунок зон доступності в межах трьох радіусів: 300 м (максимальна комфортна пішохідна досяжність для дітей дошкільного

віку), 500 м (середня відстань до закладу загальної середньої освіти у міському середовищі) та 1000 м (верхня межа нормативної пішохідної доступності).

Для кожного освітнього закладу в межах досліджуваних міст – Суми, Шостка, Конотоп і Охтирка – були побудовані буферні зони зазначених радіусів. За їх допомогою здійснювався просторовий аналіз перекриття територій житлової забудови з цими зонами. Результати показали, що у місті Суми понад 90% житлової площі знаходиться в межах 1000 м від хоча б одного закладу загальної середньої освіти, але лише 62% у межах 500 м, що вказує на наявність певних прогалів, особливо в новобудовах на периферії. У містах Шостка та Охтирка показники охоплення значно нижчі, що частково пояснюється меншою щільністю забудови, а також історичним плануванням освітньої мережі без урахування сучасних демографічних тенденцій.

Наступним етапом було визначення просторової рівномірності розміщення освітніх об'єктів. Для цього було використано метод щільності розміщення точкових об'єктів (Kernel Density Estimation) та кластерний аналіз. На основі результатів побудовано карти освітньої насиченості: вони чітко виявили зони концентрації (освітні «ядра») та, навпаки, території з низькою щільністю (освітні «порожнечі»). У Сумах такими кластерами виступили центральні райони та окремі великі мікрорайони (Хіммістечко, просп. Курський), у той час як околиці (Добровольна, Веретенівка) демонструють недостатній рівень забезпеченості закладами освіти.

Для об'єктивної оцінки було також проаналізовано відношення кількості освітніх закладів до кількості дітей відповідного віку у кожному житловому мікрорайоні. У результаті з'ясувалося, що в деяких районах (наприклад, північна частина Конотопа) спостерігається перевантаження наявних шкіл, тоді як у старих районах Шостки частина закладів працює із серйозним недозавантаженням.

Особливу увагу приділено аналізу наявності транспортних і природних бар'єрів, які можуть впливати на фактичну досяжність. Наприклад, річки, залізничні колії або відсутність пішохідних переходів значно ускладнюють

доступ до освітніх установ навіть за невеликої географічної відстані. У таких випадках буферний аналіз доповнювався мережевим аналізом із побудовою маршрутів за моделлю «найкоротшого шляху» на основі дорожньої мережі.

Оцінка рівномірності доступу також враховувала соціальні чинники – густоту населення, розташування будинків з переважанням багатодітних сімей, присутність внутрішньо переміщених осіб тощо. Результати подаємо у вигляді таблиці.

Таблиця 3.1. [5]

Оцінка доступності та просторової рівномірності освітніх закладів у містах Сумської області

Показник	Суми	Шостка	Конотоп	Охтирка
<i>Кількість ЗЗСО (шкіл)</i>	45	18	17	15
<i>Кількість ДНЗ (дитячих садків)</i>	38	15	13	11
<i>Охоплення забудови зонами доступності 500 м</i>	~62%	~45%	~51%	~47%
<i>Охоплення забудови зонами доступності 1000 м</i>	~91%	~77%	~83%	~79%
<i>Кластери перенасичення</i>	Центр, Курський мкр.	Центр	Південно-західна частина	Центр
<i>Зони дефіциту</i>	Добровольна, Веретенівка	Промислові околиці	Північ, схід	Пісчане
<i>Середня відстань до школи</i>	520 м	660 м	590 м	610 м
<i>Рівномірність розміщення (1–5)</i>	4	3	3	3
<i>Фізичні бар'єри</i>	Залізниця, р. Псел	Лісосмуги, переходи	Залізниця, периферія	Схили, переходи
<i>ВПО та демографія</i>	Так, у новобудовах	Так, приріст у 2022–23	Помірне	Так, з Харківщини
<i>Пріоритети оптимізації</i>	Нові ЗЗСО, модернізація	Розширення, групи при ДНЗ	Зменшення перевантаження	Добудова садків, перепрофілювання

Таким чином, оцінка доступності та просторової рівномірності закладів освіти дозволила не лише виявити диспропорції в їх розміщенні, а й сформулювати обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації мережі. На основі цього аналізу у подальших підрозділах роботи буде представлено варіанти розміщення нових об'єктів або перепрофілювання існуючих з урахуванням просторових, демографічних і соціальних чинників.

3.3. Картографічне моделювання напрямів оптимізації освітньої інфраструктури

Сучасне картографічне моделювання є не лише аналітичним інструментом для оцінки існуючої освітньої мережі, але й перспективним засобом прогнозування та планування її розвитку в умовах динамічних соціальних, демографічних і безпекових змін. Перспективи застосування геоінформаційного моделювання в оптимізації освітньої інфраструктури пов'язані з впровадженням нових технологій, зростанням ролі відкритих даних та необхідністю адаптації освітніх систем до викликів XXI століття.

По-перше, розвиток веб-ГІС дозволяє створювати інтерактивні аналітичні платформи, доступні для громадськості, управлінців і фахівців галузі. Такі рішення забезпечують візуалізацію пріоритетів просторового розвитку освіти в реальному часі, а також підтримують прийняття рішень на основі сценарного аналізу. Зокрема, можлива інтеграція ГІС-даних з державними реєстрами (ЄДЕБО, ЦНАП, ДССУ) і цифровими платформами громад (наприклад, «Smart City», «Open School Map»).

По-друге, перспективним напрямом є використання штучного інтелекту та машинного навчання у картографічному аналізі. Алгоритми можуть допомагати у виявленні прихованих закономірностей у даних про переміщення населення, демографічні коливання, інтенсивність забудови, що дає змогу автоматично генерувати моделі майбутньої потреби в навчальних закладах. Наприклад, на

основі супутникових знімків і даних з кадастру можна прогнозувати, де з'являться нові житлові квартали, і завчасно планувати освітню інфраструктуру.

По-третє, важливим є розширення системи показників, які враховуються у моделюванні. До традиційних демографічних і географічних чинників доцільно додавати:

- індекси соціальної вразливості населення;
- екологічні характеристики територій;
- ступінь ризику для здоров'я та безпеки (особливо актуально для міст поблизу зони бойових дій або об'єктів критичної інфраструктури).

По-четверте, картографічне моделювання сприяє посиленню участі громади у процесі планування. Візуалізація просторових проблем дозволяє не лише виявляти слабкі місця, а й ефективно комунікувати їх мешканцям. Це дає змогу впроваджувати партисипативні підходи до прийняття рішень, коли жителі долучаються до формування запитів на створення чи реорганізацію закладів освіти у своєму районі.

Особливо актуальним є розширення картографічного моделювання в умовах післявоєнного відновлення. Внаслідок збройної агресії РФ зруйновано сотні об'єктів освіти, а частина внутрішньо переміщених осіб осіла в нових регіонах. Це змінює традиційні моделі розміщення, потребує перегляду мережі закладів освіти та пріоритетного будівництва у нових місцях концентрації населення.

У довгостроковій перспективі розвиток картографічного моделювання може передбачати:

- створення національних геоінформаційних освітніх платформ;
- застосування 3D-моделювання урбаністичного простору для врахування забудови при проектуванні освітніх об'єктів;
- впровадження цифрових двійників територій, які відтворюють усі освітні, транспортні, соціальні об'єкти міста в реальному масштабі та дозволяють тестувати сценарії розміщення.

Таким чином, перспективи картографічного моделювання в оптимізації освітньої інфраструктури є надзвичайно широкими. Вони охоплюють як технічні інновації, так і нові підходи до управління, прогнозування та взаємодії з громадськістю. Усі ці інструменти дають змогу зробити систему освіти більш гнучкою, адаптивною та ефективною з точки зору територіальної справедливості та соціальної стійкості.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи були досягнуті поставлені цілі та виконано заплановані завдання.

1. У ході дослідження було проаналізовано сутність освітніх закладів як географічного об'єкта, що виконує суспільно-територіальну функцію забезпечення населення знаннями та соціальними послугами. Проведено типологізацію закладів освіти залежно від рівня (дошкільна, загальна середня, позашкільна) та організаційної форми. Встановлено, що на розміщення освітніх закладів у містах Сумської області впливають такі основні чинники: демографічна структура населення, щільність забудови, транспортна доступність, природно-географічні обмеження, а також адміністративно-правові обставини. Просторові закономірності розміщення освітніх установ виявляють тенденції до формування кластерів у центральних частинах міст і недостатньої представленості на периферіях.

2. На основі аналізу демографічних, економічних, функціонально-планувальних і соціальних характеристик було складено узагальнений портрет чотирьох найбільших міст Сумської області. Виявлено, що кожне з досліджуваних міст має унікальну структуру урбанізованого простору та різні рівні забезпечення освітніми закладами. Зокрема, у місті Суми освітня мережа є більш розвиненою і комплексною, але й тут спостерігається проблема локальних дефіцитів. У Шостці, Конотопі та Охтирці просторове охоплення навчальними закладами є менш рівномірним, що зумовлює необхідність локальної оптимізації.

3. Було оцінено зони доступності до освітніх закладів, виявлено території з недостатнім охопленням населення (так звані «білі плями») та проаналізовано співвідношення між просторовою доступністю та демографічною структурою мікрорайонів. Зроблено висновок про необхідність планування додаткових освітніх потужностей у стратегічно важливих зонах.

4. У рамках дослідження було зібрано та систематизовано вхідні просторові й атрибутивні дані про розташування закладів загальної середньої та

дошкільної освіти у містах Суми, Шостка, Конотоп і Охтирка. Здійснено їх попередню обробку у середовищі геоінформаційних систем, після чого підготовлені дані були адаптовані для використання у веб-картографічних додатках. На основі сервісу Google My Maps створено інтерактивну карту, яка візуалізує: просторове положення освітніх закладів; типологію установ (ЗЗСО, ДНЗ, комбіновані); коротку інформацію про кожен об'єкт (назва, адреса, контактні дані); розподіл освітньої мережі по мікрорайонах міста; виявлені зони дефіциту та перенасичення.

Отже, було підтверджено доцільність і ефективність застосування геоінформаційних технологій для аналізу просторової організації освітньої інфраструктури. Дослідження продемонструвало, що сучасні інструменти геоінформатики дозволяють не лише виявити наявні диспропорції у розміщенні закладів освіти, а й обґрунтувати шляхи їх просторової оптимізації відповідно до демографічних, соціальних і функціональних характеристик міського середовища. Особливої уваги заслуговує реалізація прикладного компонента дослідження – створення інтерактивної Google-карти, яка узагальнює результати просторового аналізу та забезпечує зручний доступ до інформації про освітні заклади чотирьох найбільших міст Сумщини. Такий інструмент сприяє підвищенню відкритості, прозорості та доступності даних для мешканців, управлінців, аналітиків і освітніх управлінь.

Результати роботи мають прикладне значення та можуть використовуватися:

- для територіального планування розвитку освіти в умовах децентралізації;
- під час формування програм оптимізації освітньої інфраструктури;
- при плануванні забудови нових мікрорайонів з урахуванням освітніх потреб населення;
- як база для розширення інтерактивних сервісів на рівні громад.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієць О. І., Полторацька І. Ю. Геоінформаційне моделювання просторової організації загальноосвітніх навчальних закладів. *Науковий вісник ЧНУ ім. П. Могили*. 2021. № 3(147). С. 89–95.
2. Асеев О. П. Містобудівне планування освітньої інфраструктури: сучасні виклики. *Архітектурний вісник НУ «Львівська політехніка»*. 2021. № 6. С. 77–82.
3. Аналітична записка: Інфраструктура освіти в умовах децентралізації / Центр освітніх реформ. URL: <https://education-ua.org/analytics/763> (дата звернення: 01.06.2024).
4. Бейдик О. О., Шаблій О. І. *Соціально-економічна географія України*. Київ: Либідь, 2015. 368 с.
5. Білан М. С. Використання ГІС у вивченні соціальних процесів: міждисциплінарний підхід. *Вісник Київського університету. Географія*. 2021. № 72. С. 56–63.
6. Бородавченко О. В. Просторовий аналіз доступності шкільної мережі із застосуванням ГІС. *Науковий вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія: Географія*. 2020. № 54. С. 33–41.
7. Вербицький В. В. ГІС у практиці просторового аналізу. *Географія та сучасність*. 2020. № 1. С. 21–27.
8. Вілсон А. Географія міст: структура, функції, моделі. Пер. з англ. Київ: Основи, 2012. 312 с.
9. Войтович А. Д. Кластеризація регіонів за рівнем соціально-економічного розвитку / за ред. А. Д. Войтович. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2010. № 4, Т.1. С.248-252.
10. Державна служба статистики України. Населення міст Сумської області станом на 01.01.2024. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 27.05.2024).

11. Державна стратегія регіонального розвитку на 2021–2027 роки: постанова Кабінету Міністрів України від 5 серп. 2020 р. № 695. *Законодавство України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF> (дата звернення: 17.03.2025).
12. Д'яконова І.І. Бюджетний дефіцит і його регулювання у перехідній економіці України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к-та. екон. наук : спец. 08.04.01 «Фінанси, грошовий обіг і кредит». Суми, 2000. 19 с.
13. Желіба О. М., Клименко О. І. ГІС-технології в аналізі інфраструктури міст: освітній компонент. *Урбаністичні студії*. 2022. № 2. С. 98–105.
14. Закон України «Про освіту» від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 01.06.2024).
15. Закон України «Про просторове планування територій» від 17.06.2021 р. № 1704-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1704-20> (дата звернення: 01.06.2024).
16. Заставецька О. В. Географія соціальної інфраструктури: навч. посіб. Львів: Видавничий центр ЛНУ, 2016. 252 с.
17. Інструкція з використання Google My Maps. URL: <https://support.google.com/mymaps/> (дата звернення: 01.06.2024).
18. Ковальова Ю.М. Кластер як новий інструмент модернізації економіки. *Схід*. 2007. № 5 (83). С. 56-69.
19. Ковальчук С. П. Урбаністична географія: сучасні підходи та методи. Київ: Наук. думка, 2021. 276 с.
20. Коломицева О.В. Наукові підходи до оцінки структурних змін регіональної соціально-економічної системи. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: економічні науки*. Хмельницький, 2012. Т.1. С. 289-294.
21. Коломицева О.В. Діагностика відтворення продуктивних сил у контексті регіонального соціуму. *Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: економічні науки*. Черкаси: ЧДТУ, 2015. № 39(2). С. 25-31.

22. Лук'яненко Д.Г., Лук'яненко О.Д, Дорошенко О. С. Імплементация парадигми економіки знань у стратегії національного економічного розвитку. *Міжнародна економічна політика*. № 2 (19). URL: ierjournal.com/journals/19/2013_1_Lukianenko_Doroshenko.pdf (дата звернення: 01.06.2024).

23. Ляшенко А. І., Саух П. Ю. *Теорія і практика реформування освіти в Україні*. Житомир: Вид-во ЖДУ, 2020. 412 с.

24. Мезенцева Н., Кривець О. Кластеризація регіонів України за рівнем добробуту населення. *Географія*. 2009. № 56. С.43-46. URL: http://papers.univ.kiev.ua/geografija/articles/Clustering_of_Ukrainian_s_regions_by_well_being_level_13567.pdf (дата звернення: 01.06.2024).

25. Методичні рекомендації щодо оцінки доступності об'єктів соціальної інфраструктури з використанням ГІС / Мінрегіон України. Київ, 2020. 24 с. URL: <https://www.minregion.gov.ua> (дата звернення: 01.06.2024).

26. Міністерство освіти і науки України. Концепція Нової української школи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/nush/konczepcziya.pdf> (дата звернення: 01.06.2024).

27. Ніколаєнко С. М. *Стратегія розвитку освіти в Україні: регіональний вимір*. Київ: Освіта України, 2022. 228 с.

28. Освітня статистика України. Державна служба якості освіти. URL: <https://sqe.gov.ua/analytics/> (дата звернення: 01.06.2024).

29. OpenStreetMap. Геопросторові дані України. URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата звернення: 01.06.2024).

30. Пашкевич М. С. Аналіз регіональних відмінностей у інноваційно-економічному розвитку України. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 1. С. 350-358.

31. Пашкевич М. С., Харченко М. О. Аналіз ефективності закладів загальної середньої освіти у регіонах України, як складової ефективних освітніх округів. *Сталий розвиток економіки*. 2015. № 2. С. 13–21.

32. Пашкевич М. С. Взаємозв'язок між системою державного управління та регіональним розвитком. *Економічний простір*: зб. наук. праць. Дніпропетровськ: ПАБА, 2012. № 63. С. 85-96
33. Пашкевич М. С. Еволюція концепцій формування стратегії соціально-економічного розвитку регіонів України. *Міжнародна стратегія економічного розвитку регіону*: матер. доп. II міжнар. наук.-практ. конф., м. Суми, 18-20 травня 2011 р. / СумДУ. Суми, 2011. С. 151-152.
34. Пашкевич М. С., Харченко М. О. Модель оптимізації розміщення закладів загальної середньої освіти згідно витратного підходу. *Регіон-2014: стратегія оптимального розвитку*: матеріали міжнародної науковопрактичної конференції, присвяченої 80-річчю кафедри соціально-економічної географії і регіонознавства Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. С. 77–80.
35. Пашкевич М. С. Соціально-економічний розвиток регіонів України: особливості і пріоритети // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». 2010. № 12. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1238> (дата звернення: 01.06.2024).
36. Подольський В. І., Коваль О. В. Картографічне моделювання в ГІС: навч. посібник. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 198 с.
37. Пістунов І.М., Харченко М. О. Реструктуризація загальноосвітніх закладів. *Сучасний менеджмент: проблеми теорії та практики*: матеріали I міжнародної науково-практичної конф., м. Київ, 15 грудня 2011 р. / КиМУ. Київ, 2011. С. 86–88.
38. Сафронов Т. О., Степаненко С. В. Урбанізація і трансформація соціальної інфраструктури середніх міст. *Проблеми розвитку міст*. 2020. № 1. С. 45–52.
39. Сумська міська рада. Стратегія розвитку освіти м. Суми на 2021–2027 роки. URL: <https://smr.gov.ua/> (дата звернення: 01.06.2024).
40. Харченко М. О. Проблемні аспекти розміщення продуктивних сил у системі середньої освіти України. *Економіка та управління господарським*

комплексом: теорія і практика сучасності: матеріали міжнародної науково-практичної конф., м. Луганськ, 27 березня 2014 р./ НГУ. Донецьк, 2014. С. 64–66.

41. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р. Геоінформаційні системи у географії. Київ: Логос, 2019. 192 с.

42. Google Maps URL: <https://www.google.com/maps>. (дата звернення: 01.06.2024).

43. Abulibdeh A., Al-Ali M., Al-Quraishi D., Al-Suwaidi W., Al-Yafei B., Al-Mazawdah S. Assessing the spatial distribution and accessibility of public and private schools in Qatar: A GIS-based analysis. *Geomatica*. 2024. № 76. Ст. 100015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomatica.2024.100015>.

44. Харченко М. О. Проблемні аспекти розміщення продуктивних сил у системі середньої освіти України. *Економіка та управління господарським комплексом: теорія і практика сучасності: матеріали міжнародної науково-практичної конф.*, м. Луганськ, 27 березня 2014 р./ НГУ. Донецьк, 2014. С. 64–66.

45. Ghosh S., Guchhait S. K., Sengupta S. Measuring Spatiality in Infrastructure and Development of High School Education in Hooghly District of West Bengal, India. *Space and Culture, India*. 2018. Vol. 6, № 1. P. 51–71. DOI: <https://doi.org/10.20896/saci.v6i1.331>.

46. Friedmann J. *Urbanisation, Planning and National Development*. London: Beverly Hills, 1973. 351 p.

47. Kharchenko M. Analysis of distribution secondary schools of Ukraine by the example of Stakhanov city. *The Advanced Science Journal*. 2014. №6. P. 9–13.

48. Petre A. A., Dumitrache L., Mareci A., Cioclu A. The urban–rural education divide: A GIS-based assessment of the spatial accessibility of high schools in Romania. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*. 2025. T. 14, № 5, Art. 183. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi14050183>.

49. Zhang K., Li X., Zhou W. Spatial distribution and accessibility analysis of primary school facilities. *Sustainability*. 2024. T. 16, № 2, Art. 723. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16020723>.

50. Çelik M., Erdoğan Ş., Aydın Ö. Analysis of accessibility to public schools with GIS: A case study of Salihli District. *GeoJournal*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/14733285.2023.2209532>.