**2.2. Оцінка взаємозв’язку результатів туристичної галузі та стану навколишнього середовища Івано-Франківської області.**

На початку даного розділу надамо стислу теоретичну інформацію про походження та місце FE-моделей у прикладній економіці. Панельні дані, які дозволяють відстежувати одні й ті самі об'єкти протягом певного періоду, набули широкого застосування в економетричних дослідженнях у 1960-1970-х роках. Їх популярність зросла через необхідність розрізняти варіації між різними об'єктами спостереження та зміни, що відбуваються всередині кожного окремого об'єкта з плином часу.

Ключова ідея фіксованих ефектів — усунути незмінні в часі, латентні особливості об’єкта (території, підприємства тощо), які можуть бути корельовані з пояснювальними змінними й спричинювати зсув OLS-оцінок. Формальне обґрунтування використання FE і порівняння з випадковими ефектами (RE) закріплене в класичних роботах Я. Мундлака (кореляція регресорів із незмінними «типами» об’єктів)[[1]](#footnote-1), Дж. Хаусмана (тест на вибір FE vs RE)[[2]](#footnote-2) та подальшій канонічній літературі (Hsiao[[3]](#footnote-3); Baltagi[[4]](#footnote-4); Wooldridge[[5]](#footnote-5)). Для оцінювання дисперсій і стійких похибок у FE суттєвий внесок зробив М. Арельяно (кластер-робастні коваріаційні матриці)[[6]](#footnote-6). Окрему гілку становлять динамічні панелі (із лагованою залежною змінною)[[7]](#footnote-7), де відомим є «зміщення Нікелла» за малих T.

Розглянемо панельну структуру даних, де *i* = *1, ..., N* позначає територіальні громади, а *t* = *1, ..., T* — часові періоди (роки). Модель з фіксованими ефектами (FE) для аналізу таких даних записується наступним чином:

(1)

У цій специфікації відображає унікальні характеристики кожної громади, які залишаються незмінними протягом досліджуваного періоду. Вектор *xit* містить пояснювальні змінні (включаючи можливі лагові значення), а *uit* представляє випадкову складову моделі.

Для отримання FE-оцінки параметрів застосовують два основні підходи. Перший передбачає використання методу найменших квадратів з повним набором фіктивних змінних для кожної громади (LSDV). Другий, більш поширений підхід, базується на внутрішній трансформації даних:

. (2)

Ключова перевага цього методу полягає в тому, що фіксовані ефекти елімінуються через процедуру центрування, що дозволяє коректно ідентифікувати параметри моделі, спираючись виключно на варіацію показників у часі в межах кожної окремої громади.

Для врахування загальних макроекономічних впливів, які одночасно діють на всі громади — таких як економічні кризи, зміни в законодавстві, воєнні дії чи коливання цін на ключові товари — до моделі включають часові фіксовані ефекти :

*yit*=α*i* + τ*t* + β⊤*xit* + *uit* (3)

Така специфікація з двовимірними фіксованими ефектами стала золотим стандартом у сучасних емпіричних дослідженнях, що аналізують панельні дані типу «регіон-час». Вона дозволяє одночасно контролювати як незмінні особливості кожної територіальної одиниці, так і загальні тенденції, що впливають на всі спостереження в конкретний момент часу.

У панелях з імовірною серійною кореляцією та гетероскедастичністю у межах iii використовують кластер-робастні стандартні похибки (кластер за *i*). За наявності міжтериторіальної залежності (просторові кореляції) доцільні корекції типу Driscoll–Kraay[[8]](#footnote-8) або просторово-робастні матриці (Conley[[9]](#footnote-9)).

Центральною умовою для застосування методу фіксованих ефектів є строга екзогенність регресорів відносно випадкової складової:

(4)

Це означає відсутність двох критичних проблем: одночасної зворотної причинності та впливу неврахованих змінних, що змінюються в часі й корелюють з пояснювальними факторами моделі.

Особлива цінність FE-підходу полягає в його здатності нейтралізувати вплив незмінних у часі характеристик територій, які потенційно корелюють з регресорами. До таких характеристик належать:

* особливості рельєфу
* історично сформований рівень урбанізації
* базова інфраструктура
* структура промислового комплексу регіону

Коефіцієнти в моделі з фіксованими ефектами відображають виключно внутрішню динаміку показників. Їх слід інтерпретувати так: зміна пояснювальної змінної в межах однієї й тієї ж громади з часом асоціюється з відповідною зміною залежної змінної , за умови незмінності індивідуальних () та часових () ефектів.

Моделі з фіксованими ефектами демонструють свою ефективність у трьох ключових ситуаціях:

1. При наявності структурних просторових особливостей. Коли існують вагомі підстави вважати, що пояснювальні змінні корелюють з незмінними характеристиками територій — такими як висотність рельєфу, транспортна доступність чи історично сформована промислова спеціалізація громад.
2. При фокусі на внутрішній динаміці процесів. Коли дослідницький інтерес зосереджено на виявленні часових взаємозв'язків у межах однієї територіальної одиниці. Наприклад, при аналізі того, як зростання туристичного потоку в попередньому періоді впливає на інтенсивність водокористування в наступному.
3. При необхідності контролю неспостережуваних факторів. Коли пріоритетом є нейтралізація впливу неврахованих постійних характеристик, а міжтериторіальні відмінності мають другорядне значення для дослідження.

Незважаючи на переваги, моделі з фіксованими ефектами мають суттєві обмеження:

1. Неефективність для статичних регресорів. FE-моделі практично "знищують" змінні з низькою часовою варіацією, оскільки такі фактори елімінуються в процесі внутрішньої трансформації даних.
2. Недостатність при важливості міжтериторіальних порівнянь. Коли суттєва частина аналізу має базуватися на порівнянні різних територій ("between-ефект"), FE-підхід виявляється недостатнім.
3. Вразливість до просторових залежностей. За наявності сильних просторових взаємозв'язків та специфічних регіональних шоків, що не охоплюються часовими ефектами , доцільніше застосовувати спеціалізовані просторові моделі (SAR/SEM/SDM) або використовувати просторово-робастні стандартні похибки.
4. Неадекватність при ендогенності. У випадках одночасної причинності чи зворотного зв'язку між змінними необхідно звертатися до інструментальних змінних, лагових інструментів або узагальненого методу моментів (GMM).
5. Зміщення в динамічних специфікаціях. При включенні лагованої залежної змінної у модель з коротким часовим горизонтом виникає зміщення Нікелла, що вимагає застосування спеціальних методів оцінювання, зокрема підходу Ареллано-Бонда.

Коли незмінні в часі індивідуальні ефекти можна обґрунтовано вважати некорельованими з регресорами (тобто ), модель з випадковими ефектами (RE) набуває суттєвих переваг з точки зору статистичної ефективності. Це особливо актуально при аналізі панельних даних з обмеженою внутрішньогруповою варіацією.

Для емпіричного обґрунтування вибору між FE та RE підходами застосовують тест Хаусмана, який оцінює систематичність відмінностей між оцінками, отриманими обома методами. Відхилення нульової гіпотези в цьому тесті свідчить на користь моделі з фіксованими ефектами, вказуючи на наявність кореляції між індивідуальними ефектами та регресорами.

Компромісним рішенням виступає "гібридний" підхід Мундлака, який розширює специфікацію моделі з випадковими ефектами шляхом включення внутрішньогрупових середніх значень регресорів . Така модифікація дозволяє частково контролювати потенційну кореляцію між незмінними характеристиками та пояснювальними змінними, зберігаючи при цьому переваги RE-підходу в оцінюванні ефектів змінних з низькою часовою варіацією.

У нашій роботі одиниці — територіальні громади області, час — 2019–2024. Основні змінні — інтенсивності на км²: TNkm2, Wkm2, DWkm2, AIRkm2, MSWkm2. Ми використовуємо двовимірні FE (, ) і лаг ключового предиктора на один період, щоб послабити симультанність:

(5)

(6)

Стандартні похибки — кластер-робастні за громадами; для чутливості оцінюємо на підвибірці без промислово-енергетичних «важковаговиків» (Бурштинська, Калуська, Ямницька ТГ). Це відповідає практиці прикладних панельних досліджень у регіональній економіці та економіці довкілля.

Наведемо стислий огляд наукових робіт в галузі екології та економіки, які використовували панельні дослідження для доведення гіпотез.

Комплексне дослідження Манца, Вілке та Дебеліча[[10]](#footnote-10), зосереджене на аналізі 160 прибережних муніципалітетів Хорватії, пропонує методологічно виважений підхід до кількісної оцінки відмінностей у генеруванні твердих побутових відходів (ТПВ) різними категоріями населення. Використовуючи місячні дані за 2019 рік, автори розробили економетричну стратегію, що поєднує крос-секційні фіксовані ефекти в рамках панельного узагальненого методу найменших квадратів (Panel EGLS) з робастними стандартними похибками, скоригованими на панельну структуру (PCSE).

Центральна гіпотеза дослідження полягала в тому, що туристичні ночівлі асоціюються з вищим рівнем утворення відходів на особу порівняно з постійними мешканцями. Для перевірки стійкості отриманих результатів автори додатково застосували динамічні специфікації з використанням узагальненого методу моментів (GMM).

Емпіричні результати переконливо підтверджують висунуту гіпотезу: еластичність обсягу ТПВ відносно туристичних ночівель виявилася значно вищою, ніж відносно чисельності місцевого населення. Кількісно внесок туристів у генерування відходів перевищує відповідний показник для резидентів щонайменше на 22%, а за деякими специфікаціями моделі ця різниця сягає 55%.

Особливу цінність дослідженню надає стабільність отриманих висновків при застосуванні альтернативних економетричних підходів, що підтверджує робастність виявленого ефекту та його незалежність від конкретної методологічної рамки.

Нещодавнє дослідження Вільянуеви та співавторів[[11]](#footnote-11), опубліковане в журналі Heliyon (2024), пропонує інноваційний підхід до аналізу диференційованого впливу різних груп населення на структуру твердих побутових відходів (ТПВ). Використовуючи місячні панельні дані з острова Ібіца, автори розробили методологічну рамку, що дозволяє чітко розмежувати внесок туристів і постійних мешканців у загальний обсяг та композицію відходів.

Концептуальною основою дослідження слугувала модифікована STIRPAT-модель (Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology), доповнена контрольними змінними для врахування сезонних коливань. Центральна гіпотеза авторів полягала в існуванні структурних відмінностей у характері утворення відходів між туристичним і резидентним сегментами населення.

Емпіричні результати виявили значущі трансформації у структурі ТПВ, що проявляються у перерозподілі потоків відходів від несортованих фракцій до відсортованих компонентів. При аналізі показників на душу населення спостерігається зниження обсягів несортованих відходів з одночасним зростанням частки відсортованих матеріалів. Дослідження також підтвердило істотний вплив сезонності на динаміку утворення відходів, що відображає циклічність туристичних потоків.

Методологічні напрацювання та емпіричні висновки цього дослідження мають безпосередню практичну цінність для нашого аналізу, оскільки пропонують верифікований інструментарій для виокремлення "туристичної" складової в загальній структурі ТПВ, що дозволить точніше оцінити екологічне навантаження від туристичної діяльності в досліджуваному регіоні.

Масштабне дослідження, що охоплює 31 провінцію Китаю протягом 2004–2020 років, пропонує[[12]](#footnote-12) ґрунтовний економетричний аналіз впливу туристичної діяльності на генерування твердих побутових відходів (ТПВ). Застосовуючи методологію панельних регресій, автори зосередились на перевірці гіпотези про позитивну кореляцію між інтенсивністю туристичних потоків та обсягами утворення муніципальних відходів.

Результати дослідження демонструють статистично значущий позитивний зв'язок між досліджуваними змінними, який зберігає свою стійкість при застосуванні різноманітних альтернативних специфікацій моделі. Така робастність висновків підкреслює системний характер виявленої залежності та мінімізує ймовірність її випадкового характеру чи артефактності.

На основі отриманих емпіричних доказів автори формулюють практичні рекомендації щодо необхідності розробки диференційованих політик поводження з відходами, які враховують сезонні коливання туристичного навантаження. Особливий акцент робиться на важливості адаптації інфраструктури та логістичних процесів до пікових періодів туристичного сезону, коли система управління відходами зазнає максимального навантаження.

Для нашого дослідження ці результати становлять цінний зовнішній бенчмарк, що дозволяє верифікувати виявлені взаємозв'язки між інтенсивністю туристичного попиту (TN) та обсягами твердих побутових відходів (ТПВ) у контексті Івано-Франківської області через порівняння з аналогічними залежностями, встановленими для інших регіонів світу.

Дослідження Сюй (Yan Su) і Лі (2022)[[13]](#footnote-13) пропонує методологічно витончений аналіз взаємозв'язку між екологічними умовами та туристичною привабливістю дестинацій у глобальному масштабі. Використовуючи комплексний набір даних, що охоплює 99 країн протягом 1996–2018 років, автори розробили економетричну стратегію, яка інтегрує просторові фіксовані ефекти з моделюванням просторової залежності для оцінки впливу якості атмосферного повітря на міжнародні туристичні прибуття.

Центральна гіпотеза дослідження полягала в тому, що погіршення якості повітря негативно впливає на інтенсивність в'їзного туризму. Емпіричні результати переконливо підтверджують це припущення, демонструючи статистично значущий негативний зв'язок між показниками забруднення атмосфери та обсягами міжнародних туристичних потоків.

Особливу цінність дослідженню надає застосування методів просторової економетрики, які дозволили виявити наявність просторової автокореляції в розподілі туристичних прибуттів. Позитивні значення індексу Морана (Moran's I) свідчать про тенденцію до кластеризації туристичних потоків у географічному просторі, що підтверджує необхідність врахування просторових взаємозалежностей при моделюванні туристичного попиту.

Для нашого дослідження ці результати становлять вагомий аргумент на користь включення показників якості атмосферного повітря (AIR) до комплексу пояснювальних змінних при моделюванні туристичного попиту в Івано-Франківській області. Такий підхід дозволить врахувати потенційний вплив екологічних факторів на привабливість регіону для відвідувачів та точніше специфікувати детермінанти туристичних потоків.

Інноваційне дослідження[[14]](#footnote-14), що охоплює репрезентативну вибірку з 284 китайських міст протягом 2008–2018 років, пропонує нюансований погляд на взаємозв'язок між забрудненням атмосферного повітря та туристичною привабливістю урбанізованих територій. Методологічною особливістю роботи є поєднання традиційних моделей з фіксованими ефектами (FE) з безумовною квантильною регресією (UQR), що дозволяє оцінити диференційований вплив концентрації дрібнодисперсних частинок PM₂.₅ на туристичні потоки залежно від рівня розвитку туристичної інфраструктури міст.

Центральна гіпотеза дослідження полягала в неоднорідності ефекту забруднення повітря на туристичний попит у містах з різним ступенем туристичного розвитку. Емпіричні результати переконливо підтверджують це припущення, виявляючи складну нелінійну залежність між досліджуваними змінними.

Особливо цікавим є виявлений парадоксальний ефект у містах з низьким рівнем туристичного розвитку, де спостерігається інколи позитивний зв'язок між забрудненням повітря та туристичними відвідуваннями. Цей феномен можна інтерпретувати як прояв "ефекту великого міста", коли економічна активність, що супроводжується підвищеним рівнем забруднення, одночасно генерує ділові поїздки та інші форми нерекреаційного туризму.

Натомість у містах з високорозвиненою туристичною інфраструктурою спостерігається різко негативний вплив забруднення повітря на туристичні потоки, що відображає підвищену чутливість рекреаційних туристів до екологічних умов дестинації.

Методологічно це дослідження демонструє цінність комплементарного застосування стандартних моделей з фіксованими ефектами та безумовної квантильної регресії для виявлення гетерогенних ефектів, які можуть залишатися прихованими при використанні виключно традиційних підходів до аналізу панельних даних.

Виявлена гетерогенність ефектів має важливі імплікації для формування диференційованих політик управління якістю повітря та розвитку туризму, що враховують специфіку міст з різним рівнем туристичного потенціалу.

Дослідження, опубліковане у престижному журналі Frontiers in Environmental Science (2023)[[15]](#footnote-15), пропонує методологічно виважений аналіз взаємозв'язку між туристичними потоками та емісією вуглекислого газу в контексті 12 європейських економік, що розвиваються або належать до категорії країн із середнім рівнем доходу. Охоплюючи період 1999–2020 років, автори застосували комплексний економетричний інструментарій, що поєднує авторегресійні моделі з розподіленим лагом на панельних даних (panel ARDL) та оцінювач Дріссколла–Крея для моделей з фіксованими та випадковими ефектами.

Особливу цінність дослідженню надає використання робастних стандартних похибок, що коригують потенційні проблеми перехресної просторової залежності (cross-sectional dependence, CSD) та серійної автокореляції, які часто виникають при аналізі макроекономічних панельних даних і можуть призводити до некоректних статистичних висновків.

Центральна гіпотеза дослідження фокусувалася на оцінці впливу міжнародних туристичних прибуттів на обсяги емісії CO₂. Найбільш інтригуючим результатом стала виявлена суттєва чутливість напрямку цього впливу до обраної методології оцінювання: оцінки, отримані за допомогою методу Дріссколла–Крея, та результати моделей ARDL демонструють діаметрально протилежні висновки щодо характеру впливу туристичних прибуттів на емісію вуглекислого газу.

Ця методологічна дивергенція результатів переконливо ілюструє критичну важливість перевірки робастності висновків при застосуванні різних економетричних підходів, особливо в контексті складних соціо-екологічних взаємозв'язків. Автори підкреслюють необхідність використання робастних стандартних похибок та проведення формальних тестів причинності для мінімізації ризику хибних висновків.

Для нашого дослідження ці результати слугують важливим методологічним застереженням щодо необхідності розробки набору альтернативних модельних специфікацій з різними варіантами розрахунку стандартних похибок, що дозволить оцінити стабільність виявлених взаємозв'язків та підвищити достовірність емпіричних висновків щодо екологічного впливу туристичної діяльності в Івано-Франківській області.

Інноваційне дослідження «Carbon price shocks and tourism demand»[[16]](#footnote-16), що охоплює 26 європейських країн, пропонує методологічно виважений підхід до оцінки причинно-наслідкових зв’язків між коливаннями цін на вуглецеві квоти та показниками туристичної активності. Застосовуючи спеціалізовані панельні методи ідентифікації шоків, автори зосереджуються на виявленні впливу вуглецевої ціни на ключові індикатори туристичного попиту – міжнародні прибуття та тривалість перебування відвідувачів.

Центральна гіпотеза дослідження полягає в тому, що підвищення вартості вуглецевих викидів створює стримуючий ефект для туристичного попиту через зростання транспортних та енергетичних витрат. Емпіричні результати підтверджують наявність статистично значущих ефектів, хоча їх інтенсивність та характер демонструють суттєву гетерогенність між різними країнами.

Особливу цінність дане дослідження становить як методологічний приклад інтеграції макроекономічних шоків у аналіз туристичної динаміки з використанням панельних даних. Такий підхід дозволяє не лише встановити наявність взаємозв'язків, але й кількісно оцінити їх силу та напрямок, що має важливе значення для прогнозування реакції туристичного сектора на зміни в екологічній політиці та регулюванні вуглецевих ринків.

Виявлена диференціація ефектів між країнами підкреслює необхідність врахування національної специфіки при формуванні політики декарбонізації туристичної галузі та розробці адаптаційних стратегій для мінімізації негативних наслідків зростання вуглецевих цін на конкурентоспроможність туристичних дестинацій.

Масштабне дослідження OECD (2023)[[17]](#footnote-17) пропонує комплексний аналіз ефективності екологічних політик у зниженні вуглецевих викидів на основі унікальної панельної структури даних, що охоплює 30 країн та понад 50 секторів економіки. Методологічною особливістю роботи є застосування моделей з фіксованими ефектами двох типів — country-year та sector-year, що дозволяє контролювати як національні, так і галузеві особливості при оцінці впливу Environmental Policy Stringency Index (EPS) на динаміку викидів CO₂.

Центральна гіпотеза дослідження полягала в тому, що посилення жорсткості екологічних політик призводить до скорочення вуглецевих викидів. Емпіричні результати переконливо підтверджують це припущення: оцінки моделей з фіксованими ефектами демонструють статистично значущий негативний зв'язок між посиленням регуляторних вимог та обсягами викидів CO₂.

Особливо цінним аспектом дослідження є виявлення темпоральної динаміки та секторальної гетерогенності ефектів. Вплив екологічних політик має кумулятивний характер, посилюючись з часом, що відображає поступову адаптацію економічних агентів до нових регуляторних умов. При цьому чутливість до регуляторних змін суттєво варіюється залежно від "вуглецевого фонду" секторів — їхньої початкової вуглецеємності та технологічних можливостей для декарбонізації.

Для забезпечення надійності висновків автори провели комплексну перевірку їх робастності, включаючи альтернативні специфікації з різними варіантами контролю трендів, виключення секторів-"важковаговиків" за обсягами викидів, а також декомпозицію EPS на субіндекси для виявлення найбільш ефективних інструментів політики.

Для нашого дослідження ці результати становлять еталонну методологічну базу при формуванні системи контрольних змінних, що відображають вплив політичних інтервенцій та фонового промислового навантаження на екологічні показники в контексті Івано-Франківської області.

Дослідження, опубліковане в журналі  Tourism Economics (2023)[[18]](#footnote-18), застосовує метод різниці-в-різницях на масштабній панелі з 297 міст для оцінки впливу політики прозорості щодо забруднення повітря на туристичні показники.

Автори висунули гіпотезу, що підвищена інформаційна прозорість сприятливо впливає на туристичну активність. Емпіричні результати підтверджують це припущення: запровадження систем розкриття даних про якість повітря дійсно позитивно корелює з покращенням туристичних показників. Цікаво, що сила цього ефекту модерується фактичними рівнями забруднення.

Методологічна надійність дослідження забезпечується використанням моделі з фіксованими ефектами міст та часу, що дозволяє контролювати неспостережувані характеристики локацій та часові тренди.

Ці висновки мають важливі імплікації для розробки інформаційної політики та управління даними в туристичному секторі, підкреслюючи стратегічну цінність контролю за інформаційними потоками та "шумом даних" у формуванні туристичних преференцій.

Нещодавнє дослідження (2025) під назвою "Unlocking water saving potential..."[[19]](#footnote-19) представляє ґрунтовний аналіз ефективності цифрових технологій у сфері водозбереження. Автори сформували унікальну геолоковану панель даних, що охоплює 213 закладів розміщення на Канарських островах — регіоні, де проблема водних ресурсів стоїть особливо гостро.

Методологічно дослідження спирається на панельний дизайн із фіксованими ефектами, що дозволило науковцям ізолювати та точно оцінити вплив впровадження смарт-лічильників та механізмів зворотного зв'язку на показники споживання води.

Робоча гіпотеза дослідників про те, що цифровий моніторинг у поєднанні з інструментами зворотного зв'язку призводить до зниження споживання води, знайшла переконливе емпіричне підтвердження. Результати демонструють статистично значуще скорочення обсягів використання водних ресурсів після впровадження цих технологій.

Особливу цінність представляє застосований панельний дизайн на рівні окремих об'єктів, що суттєво підвищує надійність отриманих висновків порівняно з агрегованими даними. Для нашого дослідницького контексту ця робота пропонує важливу методологічну перспективу — використання деталізованих мікроданих для достовірної оцінки саме "туристичної" складової у структурі водоспоживання, що критично важливо для валідності результатів у подібних дослідженнях.

Інноваційне дослідження, опубліковане в журналі  Heliyon (2024)[[20]](#footnote-20), пропонує комплексний аналіз взаємозв'язку між розвитком туристичної галузі та динамікою викидів CO₂. Автори сконструювали масштабну панель даних, що охоплює як міжнародний контекст, так і регіональний вимір Китаю за період 2001–2018 років.

Методологічна цінність роботи полягає в інтеграції сучасних економетричних підходів, які враховують крос-секційну залежність між територіальними одиницями та наявність коінтеграційних зв'язків у часових рядах. Це дозволило дослідникам отримати надійні оцінки як прямих, так і непрямих ефектів туристичної активності, а також проаналізувати модеруючу роль регуляторних інтервенцій.

Центральна гіпотеза дослідження стверджує можливість довгострокового розходження траєкторій розвитку туризму та емісії CO₂ під впливом цілеспрямованої політики. Емпіричні результати частково підтверджують це припущення: хоча туристична діяльність у середньому асоціюється зі зростанням вуглецевих викидів, регуляторні механізми та структурні трансформації галузі демонструють значний потенціал для пом'якшення цього негативного впливу.

Особливо важливим відкриттям стало виявлення суттєвих просторових екстерналій ("spillovers"), що підкреслює необхідність координації екологічної політики між територіальними одиницями.

Для нашого дослідницького контексту ця робота надає переконливе обґрунтування необхідності включення непрямих ефектів у просторові моделі типу SDM (Spatial Durbin Model) та SLX (Spatial Lag of X), що дозволить точніше оцінити комплексний вплив туристичної діяльності на екологічні показники з урахуванням просторових взаємозалежностей.

Інноваційне дослідження[[21]](#footnote-21) пропонує унікальний погляд на взаємозв'язок між якістю повітря та туристичним досвідом, переносячи аналіз на мікрорівень індивідуальних вражень відвідувачів. Автори сформували масштабну панель даних на основі відгуків користувачів платформи TripAdvisor у Китаї — країні, що стикається з суттєвими викликами забруднення атмосфери.

Методологічна потужність дослідження забезпечується застосуванням "п'ятикратної" структури фіксованих ефектів, що дозволяє контролювати широкий спектр потенційних конфаундерів та ізолювати причинно-наслідковий зв'язок між якістю повітря та оцінками туристичних атракцій. Такий насичений дизайн з фіксованими ефектами створює надійну основу для ідентифікації досліджуваного ефекту.

Центральна гіпотеза дослідників про негативний вплив забруднення повітря на суб'єктивні оцінки туристичних об'єктів знаходить переконливе емпіричне підтвердження. Результати демонструють статистично значуще зниження рейтингових оцінок атракцій у періоди підвищеного забруднення атмосфери.

Особливу цінність представляє мікрорівневий характер аналізу, що дозволяє безпосередньо спостерігати механізм впливу екологічних факторів на споживчу поведінку туристів через призму їхніх суб'єктивних оцінок.

Для нашого дослідницького контексту ці висновки надають емпірично обґрунтоване підтвердження існування каузального каналу "якість навколишнього середовища → туристичне споживання", що має критичне значення для розробки ефективних стратегій сталого розвитку туристичної галузі та екологічної політики.

Отож перейдемо до проведення аналізу взаємозв’язку діяльності туристичної галузі та стану довкілля Прикарпаття.

Наше дослідження зосереджується на емпіричній перевірці двох ключових гіпотез щодо взаємозв'язку між туристичною діяльністю та екологічними показниками в територіальних громадах Івано-Франківської області протягом 2019–2024 років.

Перша гіпотеза досліджує напрямок впливу **"Туризм → екологія"**, припускаючи диференційований вплив туристичного навантаження на різні компоненти довкілля. Зокрема, ми очікуємо, що інтенсифікація туристичного попиту призводить до значущого зростання показників водокористування та скидів у водойми в наступному періоді, тоді як вплив на повітряні викиди та утворення твердих побутових відходів прогнозується менш вираженим на рівні територіальних громад.

Друга гіпотеза розглядає зворотний напрямок каузальності **"Екологія → туризм"**, припускаючи, що погіршення екологічних параметрів (забруднення повітря, водних об'єктів, накопичення відходів) може негативно впливати на подальшу туристичну привабливість територій. Водночас ми визнаємо, що цей ефект може бути недостатньо вираженим на агрегованому рівні територіальних громад у річному вимірі.

Для забезпечення порівнянності та релевантності аналізу всі екологічні та туристичні індикатори нормалізовано відносно площі громад, що відповідає усталеним практикам екологічної економіки (таблиця 1 в додатку 1). Операціоналізація змінних включає:

* **TNkm2**: інтенсивність туристичного потоку (туристо-доби на км²)
* **Wkm2**: інтенсивність водокористування на одиницю площі
* **DWkm2**: обсяг скидів у водні об'єкти на км²
* **AIRkm2**: концентрація повітряних викидів на км²
* **MSWkm2**: утворення твердих побутових відходів на км²

Для мінімізації проблеми ендогенності та врахування часової послідовності причинно-наслідкових зв'язків, ключові предиктори включено до моделей з лагом в один рік (Yₜ←TNₜ₋₁ та TNₜ←Yₜ₋₁). Статистична надійність оцінок забезпечується застосуванням кластер-робастних стандартних похибок, згрупованих за територіальними громадами.

Враховуючи структурну гетерогенність досліджуваного регіону, додатково проведено оцінювання на "очищеній" підвибірці, що виключає громади з домінуючими промислово-енергетичними комплексами (Бурштинську, Калуську та Ямницьку), які потенційно можуть спотворювати загальну картину взаємозв'язків.

На відміну від традиційного підходу з акцентом на просторову автокореляцію, ми зосереджуємо основний аналіз на панельних моделях з фіксованими ефектами, що дозволяє безпосередньо інтерпретувати виявлені ефекти в термінах інтерквартильних зсувів предикторів.

Розрахунки для аналізу були проведені у середовищі Python із використанням бібліотек для розрахунку

Подальший аналіз представляє детальні результати оцінювання та формулює висновки щодо наявності чи відсутності статистично значущих взаємозв'язків між туристичною активністю та екологічними параметрами на рівні територіальних громад Івано-Франківської області, з особливою увагою до напрямку та сили виявлених ефектів.

Для ідентифікації причинно-наслідкових зв’язків застосовано панельні моделі з фіксованими ефектами (FE), що дозволяють контролювати неспостережувану гетерогенність територіальних громад та часові тренди.

Стандартні похибки кластеризовано на рівні громад для врахування потенційної внутрішньогрупової кореляції залишків.

Для дослідження напрямку впливу **«туризм → екологія»** специфіковано модель:

Yit=αi+τt+β⋅TNi,t−1+uit (7)

де , — фіксовані ефекти громад, — часові фіксовані ефекти, а — лаговане значення туристичної активності.

Для перевірки стійкості результатів та врахування структурної гетерогенності регіону проведено паралельне оцінювання на двох вибірках:

1. Повна вибірка, що включає всі територіальні громади області
2. «Очищена» вибірка, з якої виключено громади з домінуючими промислово-енергетичними комплексами (Бурштинська МТГ, Калуська МТГ, Ямницька СТГ), що потенційно можуть створювати викривлення в оцінках через непропорційно високе екологічне навантаження

Такий підхід дозволяє виявити, наскільки виявлені закономірності є універсальними для регіону, а не зумовленими специфікою окремих "важковаговиків" з точки зору промислового впливу на довкілля.

Аналіз панельних даних виявляє стійкий позитивний зв'язок між інтенсивністю туристичного потоку та подальшим водокористуванням. Коефіцієнти при лагованій змінній TNkm2 становлять +0.43...0.46 (p=0.053–0.055), демонструючи ефект на межі статистичної значущості як у повній, так і в "очищеній" вибірках.

Таблиця 5 - Фіксовані ефекти (ТГ, рік) із кластер-робастними SE за ТГ: залежні — Wkm2, DWkm2, AIRkm2, MSWkm2; ключовий предиктор — TNkm2 (t−1).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Y** | **nobs** | **coef** | **se** | **t** | **p** | **sample** |
| W\_km2 | 86 | 0,427452058 | 0,2208982 | 1,935063563 | 0,05298 | full |
| AIR\_km2 | 158 | 0,859009944 | 0,685317457 | 1,253448216 | 0,21004 | full |
| DW\_km2 | 114 | 0,001396084 | 0,001089075 | 1,281898814 | 0,19988 | full |
| MSW\_km2 | 143 | 0,017051618 | 0,050293149 | 0,33904454 | 0,73458 | full |
| W\_km2 | 81 | 0,458387142 | 0,238492905 | 1,922015847 | 0,0546 | no\_heavy |
| AIR\_km2 | 148 | 0,446983797 | 0,564529034 | 0,791781769 | 0,42849 | no\_heavy |
| DW\_km2 | 104 | 0,000422841 | 0,000130301 | 3,24510541 | 0,00117 | no\_heavy |
| MSW\_km2 | 133 | 0,009029745 | 0,052930134 | 0,170597437 | 0,86454 | no\_heavy |

Для більш інтуїтивної інтерпретації практичної значущості виявленого ефекту, розраховано вплив інтерквартильного зростання туристичної активності в попередньому періоді (рис.): такий приріст асоціюється зі збільшенням водокористування на 9.68...12.08 одиниць Wkm2, що відповідає 7.5–10.3% від медіанного значення показника водокористування в регіоні.



Рис. Ефект інтерквартильного зростання TNt−1 на Wkm2 (+7.5–10.3% медіани) та DWkm2 (+14.6% медіани; без важковаговиків).

Ці результати переконливо свідчать, що території з інтенсивнішими туристичними сезонами в подальшому демонструють помітно вищі рівні споживання водних ресурсів, що має важливі імплікації для планування сталого водокористування в туристичних дестинаціях.

Результати щодо впливу туризму на скиди забруднюючих речовин у водойми демонструють цікаву закономірність. У повній вибірці зв'язок виявляється статистично незначущим (p=0.20), однак після вилучення громад з домінуючими промисловими об'єктами ("важковаговиків") спостерігається чіткий позитивний ефект: коефіцієнт +0.0004 з високою статистичною значущістю (p=0.0012).

Інтерквартильне зростання туристичної активності в попередньому періоді асоціюється зі збільшенням скидів на 0.0082 одиниці DWkm2, що становить близько 14.6% від медіанного значення показника в регіоні.

Ці результати вказують на те, що після елімінації "шуму" від промислових об'єктів проявляється стійкий причинно-наслідковий зв'язок між туристичною діяльністю та подальшим забрудненням водних ресурсів.

Аналіз не виявив статистично значущого впливу туристичної активності на показники забруднення атмосферного повітря (p=0.21 у повній вибірці; p=0.43 у вибірці без "важковаговиків").

Це спостереження підтверджує гіпотезу, що повітряні викиди на рівні територіальних громад формуються переважно великими промислово-енергетичними комплексами (Бурштинська ТЕС, промислові підприємства Калуша та Ямниці), тоді як внесок туристичної діяльності залишається порівняно незначним.

Дослідження не виявило статистично значущого зв'язку між туристичною активністю та подальшим утворенням твердих побутових відходів (p≥0.73 в обох вибірках).

Відсутність чіткого сигналу може пояснюватися особливостями логістики вивозу відходів та наявністю міжтериторіальних потоків ТПВ, що ускладнює ідентифікацію прямого впливу туризму на цей показник на рівні територіальних громад.

Для порівняльної оцінки сили виявлених зв'язків розраховано стандартизовані бета-коефіцієнти. Для взаємозв'язку водокористування та лагованої туристичної активності β≈0.18–0.20, що вказує на помірний ефект. Для впливу туризму на скиди у водойми (у вибірці без "важковаговиків") β≈0.04 — ефект невеликий за абсолютною величиною, але стабільно значущий навіть при контролі за фіксованими ефектами громад і часу.

Для аналізу зворотного напрямку каузальності **"екологія → туризм"** оцінено модель:

TNit=αi+τt+γ⋅Yi,t−1+vit (8)

Використання лагованих значень ключових предикторів дозволяє врахувати часову послідовність подій та зменшити проблему симультанності, що підвищує надійність оцінок причинно-наслідкових ефектів.

Таблиця 6 – Результати розрахунків по зворотній моделі (TNkm2 на Yt−1).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **X** | **nobs** | **coef** | **se** | **t** | **p** | **sample** |
| W\_km2\_lag1 | 80 | 0,017251598 | 0,020024873 | 0,861508469 | 0,388958059 | full |
| AIR\_km2\_lag1 | 153 | 0,002058001 | 0,001386088 | 1,484754503 | 0,137608868 | full |
| DW\_km2\_lag1 | 115 | 5,380787653 | 5,096443468 | 1,055792669 | 0,291062948 | full |
| MSW\_km2\_lag1 | 145 | 0,002294984 | 0,025032610 | 0,091679785 | 0,926952459 | full |
| W\_km2\_lag1 | 75 | 0,018570352 | 0,021308136 | 0,871514621 | 0,383473226 | no\_heavy |
| AIR\_km2\_lag1 | 143 | 0,002167414 | 0,001498395 | 1,446490122 | 0,148039781 | no\_heavy |
| DW\_km2\_lag1 | 105 | 23,085012786 | 28,563155040 | 0,808209484 | 0,418969999 | no\_heavy |
| MSW\_km2\_lag1 | 135 | -0,010969562 | 0,017281352 | -0,634762951 | 0,525583030 | no\_heavy |

Емпіричний аналіз зворотного напрямку каузальності — впливу екологічних параметрів на подальшу туристичну активність — не виявив статистично значущих взаємозв'язків. Жоден із досліджуваних екологічних індикаторів попереднього періоду (водокористування, скиди у водойми, атмосферні викиди, утворення твердих побутових відходів) не демонструє прогностичної сили щодо інтенсивності туристичного потоку в наступному періоді (p-значення коливаються в діапазоні 0.14–0.93).

Ця закономірність зберігається як у повній вибірці, так і після вилучення громад з домінуючими промисловими об'єктами, що свідчить про стійкість отриманого результату.

Відсутність статистично значущого короткострокового впливу агрегованих екологічних показників на туристичну активність на рівні територіальних громад не суперечить теоретичним уявленням про детермінанти туристичного попиту. Цей результат можна інтерпретувати в контексті багатофакторності туристичних рішень, де домінуючу роль відіграють:

1. Економічні фактори (доступність, цінова політика закладів розміщення)
2. Подієвий календар (фестивалі, культурні заходи, сезонні атракції)
3. Метеорологічні умови (особливо для регіону з вираженою сезонністю)

Агреговані річні показники екологічного навантаження на рівні територіальних громад, імовірно, занадто віддалені від безпосереднього досвіду туристів, щоб суттєво впливати на їхні рішення щодо вибору дестинації. Туристи, ймовірніше, реагують на видимі та відчутні аспекти якості довкілля (чистота вулиць, прозорість водойм, відсутність неприємних запахів), ніж на статистичні показники емісій чи скидів, агреговані на рівні адміністративних одиниць.

Цей результат підкреслює важливість розмежування різних просторових і часових масштабів при аналізі взаємозв'язків між екологічними факторами та туристичною поведінкою. Відсутність значущого ефекту на макрорівні територіальних громад не виключає можливості суттєвого впливу локальних екологічних умов на мікрорівні конкретних туристичних об'єктів та атракцій.

Відсутність емпіричних доказів зворотного впливу екологічних показників на туристичну активність у короткостроковій перспективі (річний лаг) на рівні агрегованих територіальних індикаторів відкриває важливі напрямки для методологічного вдосконалення подальших досліджень.

Для більш точної ідентифікації потенційного каналу "екологія → туризм" доцільно розглянути:

* Впровадження локалізованих показників якості довкілля, що безпосередньо відображають умови "біля ліжка" туриста
* Застосування більш гнучкої часової структури з квартальними або сезонними лагами
* Інтеграцію подієвої специфіки та метеорологічних умов як модеруючих факторів

Такий підхід дозволить виявити потенційні ефекти, які можуть маскуватися при використанні агрегованих річних показників на рівні адміністративних одиниць

Додаток 1

Таблиця 1 - Панельний датасет (2019–2024, км²-нормування)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код КАТОТТГ** | **YEAR** | **TN\_km2** | **W\_km2** | **AIR\_km2** | **DW\_km2** | **MSW\_km2** | **TN\_km2\_lag1** | **heavy** |
| UA26020010000096556 | 2019 | 0,15 |  |  |  | 0,02 |  | FALSE |
| UA26020010000096556 | 2020 | 0,31 |  |  |  | 0,01 | 0,15 | FALSE |
| UA26020010000096556 | 2021 | 0,46 |  | 0,00 |  | 0,25 | 0,31 | FALSE |
| UA26020010000096556 | 2022 | 0,45 |  | 0,04 |  | 0,25 | 0,46 | FALSE |
| UA26020010000096556 | 2023 | 1,62 |  | 0,11 |  | 0,25 | 0,45 | FALSE |
| UA26020010000096556 | 2024 | 1,65 |  | 0,02 |  | 0,04 | 1,62 | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2019 | 4,47 |  | 0,15 | 0,01 | 1,43 |  | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2020 | 8,15 |  | 0,08 | 0,01 | 1,23 | 4,47 | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2021 | 7,04 |  | 0,09 | 0,01 | 1,37 | 8,15 | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2022 | 12,12 |  | 0,10 | 0,01 | 1,43 | 7,04 | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2023 | 18,01 |  | 0,42 | 0,00 | 0,59 | 12,12 | FALSE |
| UA26020030000088465 | 2024 | 24,07 |  | 0,13 | 0,00 | 1,81 | 18,01 | FALSE |
| UA26020050000098694 | 2021 | 11,79 |  | 0,00 |  | 0,00 |  | FALSE |
| UA26020050000098694 | 2022 | 2,78 |  | 0,00 |  | 0,00 | 11,79 | FALSE |
| UA26020050000098694 | 2023 | 8,88 |  | 0,00 |  | 0,01 | 2,78 | FALSE |
| UA26020050000098694 | 2024 | 7,41 |  | 0,00 |  | 0,01 | 8,88 | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2019 | 6,28 | 182,64 | 910,90 | 0,11 | 0,37 |  | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2020 | 2,49 | 3,64 | 172,72 | 0,10 | 1,34 | 6,28 | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2021 | 3,88 | 17,05 | 95,71 | 0,13 | 1,08 | 2,49 | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2022 | 9,67 | 507,82 | 122,55 | 0,10 | 0,28 | 3,88 | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2023 | 22,22 | 384,22 | 126,08 | 0,05 | 0,84 | 9,67 | FALSE |
| UA26040030000091528 | 2024 | 24,47 | 28,91 | 67,65 | 0,11 | 0,37 | 22,22 | FALSE |
| UA26040050000080752 | 2024 | 0,01 |  | 0,57 |  | 0,07 |  | FALSE |
| UA26040070000065724 | 2019 | 0,92 |  | 43958,68 | 2,96 | 469,81 |  | TRUE |
| UA26040070000065724 | 2020 | 0,00 |  | 31751,46 | 1,53 | 241,95 | 0,92 | TRUE |
| UA26040070000065724 | 2021 | 0,00 |  | 40364,13 | 2,59 | 307,00 | 0,00 | TRUE |
| UA26040070000065724 | 2022 | 0,99 |  | 37681,44 | 1,68 | 177,23 | 0,00 | TRUE |
| UA26040070000065724 | 2023 | 1,89 |  | 34196,26 | 0,38 | 29,36 | 0,99 | TRUE |
| UA26040070000065724 | 2024 | 5,42 |  | 24459,36 | 0,43 | 30,64 | 1,89 | TRUE |
| UA26040090000025932 | 2019 | 0,15 | 103,44 | 880,20 | 2,05 | 1022,17 |  | FALSE |
| UA26040090000025932 | 2020 | 0,60 | 82,32 | 400,04 | 1,01 | 1175,86 | 0,15 | FALSE |
| UA26040090000025932 | 2021 | 3,01 | 0,98 | 30,00 | 0,13 | 2307,47 | 0,60 | FALSE |
| UA26040090000025932 | 2022 | 1,61 | 1,97 | 12,93 | 0,09 | 1573,15 | 3,01 | FALSE |
| UA26040090000025932 | 2023 | 3,69 | 1,97 | 3,41 | 0,16 | 373,39 | 1,61 | FALSE |
| UA26040090000025932 | 2024 | 8,76 |  | 15,52 |  | 999,09 | 3,69 | FALSE |
| UA26040110000023512 | 2019 | 0,08 |  | 0,00 |  |  |  | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2019 | 133,18 | 69,49 | 773,45 | 0,14 | 443,70 |  | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2020 | 171,79 | 134,56 | 644,31 | 0,35 | 471,76 | 133,18 | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2021 | 237,00 | 99,38 | 747,69 | 0,23 | 474,97 | 171,79 | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2022 | 390,01 | 125,47 | 324,87 | 0,10 | 262,62 | 237,00 | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2023 | 370,35 | 166,36 | 143,77 | 0,00 | 0,88 | 390,01 | FALSE |
| UA26040190000081578 | 2024 | 398,91 | 145,41 | 67,32 | 0,01 | 0,76 | 370,35 | FALSE |
| UA26040210000094444 | 2024 | 1,53 |  | 0,04 | 0,05 | 1,23 |  | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2019 | 1,07 | 115,85 | 63,42 | 0,08 | 4,72 |  | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2020 | 0,85 | 112,23 | 69,76 | 0,06 | 5,05 | 1,07 | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2021 | 1,53 |  | 46,75 | 0,04 | 5,08 | 0,85 | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2022 | 1,44 |  | 46,37 | 0,03 | 3,91 | 1,53 | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2023 | 1,92 | 100,50 | 7,75 | 0,01 | 1,18 | 1,44 | FALSE |
| UA26040270000047749 | 2024 | 2,05 | 339,91 | 6,71 | 0,01 | 4,99 | 1,92 | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2019 | 4,31 |  | 0,00 |  | 1,07 |  | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2020 | 2,70 |  | 0,00 |  | 1,07 | 4,31 | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2021 | 3,64 |  | 0,01 |  | 2,49 | 2,70 | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2022 | 6,58 |  | 0,48 |  | 0,53 | 3,64 | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2023 | 5,48 |  | 1,43 |  | 0,00 | 6,58 | FALSE |
| UA26040290000025886 | 2024 | 5,21 |  | 0,87 |  | 0,00 | 5,48 | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2019 | 1,48 | 10,29 | 10058,34 | 17,75 | 108,81 |  | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2020 | 1,94 | 0,00 | 10745,59 | 19,58 | 0,91 | 1,48 | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2021 | 1,28 | 0,83 | 12015,46 | 19,32 | 0,54 | 1,94 | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2022 | 1,84 | 0,00 | 6033,64 | 13,38 | 0,47 | 1,28 | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2023 | 0,52 |  | 2,04 |  |  | 1,84 | FALSE |
| UA26040330000019235 | 2024 | 1,58 |  | 1,14 |  |  | 0,52 | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2019 | 60,25 |  | 0,02 |  |  |  | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2020 | 54,82 |  | 0,02 |  |  | 60,25 | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2021 | 27,72 |  | 0,23 |  |  | 54,82 | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2022 | 82,93 | 93,00 | 0,55 |  |  | 27,72 | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2023 | 48,93 | 73,77 | 0,65 |  |  | 82,93 | FALSE |
| UA26040370000057019 | 2024 | 38,69 |  | 0,62 |  |  | 48,93 | FALSE |
| UA26040390000023006 | 2024 | 16,54 | 20200,51 | 22895,23 | 39,44 | 886,21 |  | TRUE |
| UA26060010000037638 | 2019 | 0,46 |  | 9,24 | 0,21 | 23,59 |  | FALSE |
| UA26060010000037638 | 2020 | 0,00 |  | 6,36 | 0,10 | 23,26 | 0,46 | FALSE |
| UA26060010000037638 | 2021 | 0,00 |  | 5,28 | 0,08 | 30,99 | 0,00 | FALSE |
| UA26060010000037638 | 2022 | 4,09 |  | 2,71 | 0,04 | 18,93 | 0,00 | FALSE |
| UA26060010000037638 | 2023 | 2,60 |  | 1,62 | 0,04 | 0,02 | 4,09 | FALSE |
| UA26060010000037638 | 2024 | 1,47 | 459,25 | 3,25 | 0,07 | 0,03 | 2,60 | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2019 | 4,22 |  | 22,88 | 0,08 | 0,30 |  | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2020 | 0,80 |  | 17,29 | 0,07 | 0,18 | 4,22 | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2021 | 7,79 | 40,63 | 13,85 | 0,06 | 0,50 | 0,80 | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2022 | 7,27 | 919,14 | 11,53 | 0,05 | 0,25 | 7,79 | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2023 | 7,79 | 61,76 | 15,87 | 0,06 | 0,19 | 7,27 | FALSE |
| UA26060070000011203 | 2024 | 4,69 | 63,84 | 16,33 | 0,05 | 0,37 | 7,79 | FALSE |
| UA26060110000025739 | 2019 | 0,13 |  |  | 0,01 |  |  | FALSE |
| UA26060110000025739 | 2020 | 0,12 |  | 2,43 | 0,02 |  | 0,13 | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2019 | 5,04 | 1045,39 | 423,43 | 0,27 | 41,34 |  | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2020 | 3,88 | 1049,66 | 382,27 | 0,28 | 46,37 | 5,04 | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2021 | 6,91 | 979,38 | 623,59 | 0,29 | 45,97 | 3,88 | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2022 | 5,61 |  | 487,19 | 0,22 | 47,60 | 6,91 | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2023 | 5,50 | 6,33 | 431,52 | 0,12 | 28,99 | 5,61 | FALSE |
| UA26060130000047466 | 2024 | 8,46 | 209,12 | 325,09 | 0,11 | 51,96 | 5,50 | FALSE |
| UA26060170000091466 | 2019 | 1,99 | 42,03 | 5111,27 | 37,51 | 342,38 |  | TRUE |
| UA26060170000091466 | 2020 | 1,19 | 4,12 | 4204,33 | 38,66 | 262,42 | 1,99 | TRUE |
| UA26060170000091466 | 2021 | 1,76 | 145,12 | 3819,13 | 42,21 | 251,28 | 1,19 | TRUE |
| UA26060170000091466 | 2022 | 3,28 | 223,66 | 2116,59 | 25,08 | 136,50 | 1,76 | TRUE |
| UA26060170000091466 | 2023 | 6,58 | 377,80 | 1820,90 | 23,19 | 149,18 | 3,28 | TRUE |
| UA26060170000091466 | 2024 | 9,27 | 253,73 | 1286,50 | 12,13 | 128,27 | 6,58 | TRUE |
| UA26060210000091421 | 2019 | 0,85 |  | 0,03 |  | 1,71 |  | FALSE |
| UA26060210000091421 | 2020 | 1,15 |  | 0,07 |  | 1,75 | 0,85 | FALSE |
| UA26060210000091421 | 2021 | 1,51 | 1105,69 | 0,02 | 0,00 | 1,60 | 1,15 | FALSE |
| UA26060210000091421 | 2023 | 2,44 | 2083,36 | 3,10 | 0,00 | 0,29 | 1,51 | FALSE |
| UA26060210000091421 | 2024 | 1,67 | 2090,16 | 3,40 | 0,00 | 0,74 | 2,44 | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2019 | 0,31 |  | 10,70 | 0,12 | 1,43 |  | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2020 | 4,41 |  | 11,83 | 0,15 | 1,07 | 0,31 | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2021 | 1,01 | 2,73 | 13,79 | 0,14 | 1,15 | 4,41 | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2022 | 0,68 | 106,25 | 7,36 | 0,09 | 1,01 | 1,01 | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2023 | 1,15 | 116,17 | 1,80 | 0,03 | 0,50 | 0,68 | FALSE |
| UA26080030000014307 | 2024 | 1,45 | 133,47 | 4,12 | 0,10 | 0,48 | 1,15 | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2019 | 0,74 |  | 0,03 | 0,04 | 0,24 |  | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2020 | 1,37 |  | 0,03 | 0,04 | 0,18 | 0,74 | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2021 | 0,99 | 296,99 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | 1,37 | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2022 | 1,27 |  | 0,06 | 0,04 |  | 0,99 | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2023 | 0,75 | 15,87 | 1,82 | 0,04 |  | 1,27 | FALSE |
| UA26080050000081474 | 2024 | 0,74 | 9,36 | 2,50 | 0,03 |  | 0,75 | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2019 | 14,26 | 24,90 | 72,88 | 6,94 | 84,12 |  | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2020 | 11,51 | 3179,16 | 63,77 | 7,10 | 78,72 | 14,26 | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2021 | 20,06 | 3126,48 | 39,13 | 7,17 | 66,62 | 11,51 | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2022 | 24,22 | 93,29 | 27,22 | 6,78 | 52,58 | 20,06 | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2023 | 23,46 | 89,38 | 29,17 | 7,13 | 39,80 | 24,22 | FALSE |
| UA26080070000092582 | 2024 | 34,81 | 84,34 | 54,33 | 7,95 | 72,29 | 23,46 | FALSE |
| UA26080110000076323 | 2020 | 0,24 | 90,29 | 0,02 |  | 3,55 |  | FALSE |
| UA26080130000058024 | 2021 | 1,38 |  | 0,01 |  |  |  | FALSE |
| UA26080130000058024 | 2022 | 0,39 |  | 0,17 |  |  | 1,38 | FALSE |
| UA26080130000058024 | 2023 | 5,93 |  | 0,24 |  |  | 0,39 | FALSE |
| UA26080130000058024 | 2024 | 0,37 |  | 0,40 |  |  | 5,93 | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2019 | 4,61 |  | 13,02 | 0,00 | 1,73 |  | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2020 | 4,38 |  | 11,42 | 0,01 | 0,01 | 4,61 | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2021 | 2,13 |  | 13,16 | 0,00 | 0,02 | 4,38 | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2022 | 1,33 |  | 16,34 | 0,00 | 0,01 | 2,13 | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2023 | 0,17 |  | 7,20 | 0,00 | 0,01 | 1,33 | FALSE |
| UA26080170000041182 | 2024 | 0,02 |  | 5,86 | 0,00 | 0,01 | 0,17 | FALSE |
| UA26080210000049380 | 2019 | 0,56 |  | 0,02 | 0,00 | 0,13 |  | FALSE |
| UA26080210000049380 | 2020 | 0,18 |  | 0,01 | 0,03 | 1,89 | 0,56 | FALSE |
| UA26080210000049380 | 2021 | 0,13 |  | 0,03 | 0,03 | 7,60 | 0,18 | FALSE |
| UA26080210000049380 | 2022 | 0,48 |  | 0,08 | 0,02 | 7,37 | 0,13 | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2019 | 0,25 | 2826,52 | 28,60 | 0,04 | 3,57 |  | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2020 | 0,19 | 2358,84 | 10,64 | 0,05 | 3,43 | 0,25 | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2021 | 0,18 | 2303,37 | 24,53 | 0,06 | 3,03 | 0,19 | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2022 | 0,31 | 4301,25 | 17,44 | 0,04 | 2,38 | 0,18 | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2023 | 0,66 | 1848,49 | 19,49 | 0,01 | 0,87 | 0,31 | FALSE |
| UA26080230000035462 | 2024 | 0,43 |  | 19,38 | 0,06 | 4,64 | 0,66 | FALSE |
| UA26080250000056546 | 2019 | 8,90 |  | 0,02 |  |  |  | FALSE |
| UA26080250000056546 | 2021 | 5,01 |  | 0,16 |  |  | 8,90 | FALSE |
| UA26080250000056546 | 2022 | 0,72 |  | 0,34 |  | 0,00 | 5,01 | FALSE |
| UA26080250000056546 | 2023 | 1,48 |  | 0,30 |  | 0,00 | 0,72 | FALSE |
| UA26080250000056546 | 2024 | 2,45 |  | 0,22 |  | 0,00 | 1,48 | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2019 | 17,59 | 517,15 | 28,05 | 0,02 | 0,16 |  | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2020 | 15,71 | 58,26 | 24,96 | 0,02 | 0,11 | 17,59 | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2021 | 24,18 | 4,75 | 11,10 | 0,02 | 0,10 | 15,71 | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2022 | 32,85 |  | 16,56 | 0,02 | 0,09 | 24,18 | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2023 | 30,64 |  | 0,54 | 0,02 | 0,03 | 32,85 | FALSE |
| UA26100010000076570 | 2024 | 29,21 |  | 0,97 | 0,03 | 0,04 | 30,64 | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2019 | 0,10 |  |  |  | 0,04 |  | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2020 | 0,09 |  |  |  | 0,03 | 0,10 | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2021 | 0,54 |  |  |  |  | 0,09 | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2022 | 2,14 |  | 0,09 |  |  | 0,54 | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2023 | 0,64 |  | 0,17 |  |  | 2,14 | FALSE |
| UA26100030000012148 | 2024 | 0,69 |  | 0,18 |  |  | 0,64 | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2019 | 11,03 |  | 0,00 |  | 0,32 |  | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2020 | 11,70 | 20,40 | 0,04 |  | 0,48 | 11,03 | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2021 | 29,93 | 104,40 | 0,05 |  | 0,02 | 11,70 | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2022 | 41,41 | 267,66 | 0,13 |  | 0,00 | 29,93 | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2023 | 69,67 | 313,71 | 0,37 |  | 0,00 | 41,41 | FALSE |
| UA26100050000019570 | 2024 | 36,85 | 348,77 | 2,27 |  | 0,11 | 69,67 | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2019 | 0,47 |  | 0,53 |  | 0,02 |  | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2020 | 1,21 |  | 0,48 |  | 0,03 | 0,47 | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2021 | 2,26 |  | 0,00 |  | 0,02 | 1,21 | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2022 | 0,53 |  | 6,53 |  | 0,03 | 2,26 | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2023 | 1,04 | 0,00 | 21,73 |  | 0,09 | 0,53 | FALSE |
| UA26100090000038366 | 2024 | 2,49 | 206,31 | 41,07 |  | 20,67 | 1,04 | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2019 | 151,02 | 33,29 | 0,25 | 0,01 | 0,34 |  | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2020 | 217,76 |  | 0,20 | 0,01 | 0,27 | 151,02 | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2021 | 353,94 |  | 5,63 | 0,18 | 0,48 | 217,76 | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2022 | 280,44 |  | 4,13 | 0,28 | 0,25 | 353,94 | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2023 | 432,30 |  | 4,88 | 0,03 | 0,26 | 280,44 | FALSE |
| UA26120010000096774 | 2024 | 449,56 | 52,27 | 4,43 | 0,03 | 0,36 | 432,30 | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2019 | 10,03 |  | 5,41 | 0,03 | 0,10 |  | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2020 | 6,32 |  | 4,88 | 0,03 |  | 10,03 | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2021 | 18,45 |  | 2,86 | 0,02 | 0,00 | 6,32 | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2022 | 9,32 |  | 0,59 | 0,00 | 0,01 | 18,45 | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2023 | 11,87 |  | 2,41 | 0,02 | 0,01 | 9,32 | FALSE |
| UA26120030000018265 | 2024 | 6,45 | 39,16 | 3,10 | 0,01 | 0,01 | 11,87 | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2019 | 6,55 | 2333,84 | 405,53 | 4,27 | 56,47 |  | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2020 | 5,86 | 2233,08 | 404,37 | 3,58 | 45,99 | 6,55 | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2021 | 8,02 | 915,27 | 359,54 | 3,38 | 57,33 | 5,86 | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2022 | 4,66 | 1313,34 | 215,82 | 3,60 | 26,81 | 8,02 | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2023 | 7,64 | 3605,73 | 59,33 | 4,55 | 4,29 | 4,66 | FALSE |
| UA26120070000067596 | 2024 | 9,11 | 1153,04 | 42,37 | 3,39 | 2,71 | 7,64 | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2019 | 0,00 |  |  |  | 0,02 |  | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2020 | 0,00 | 42,38 |  |  | 0,02 | 0,00 | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2021 | 0,00 | 58,01 | 10,36 |  | 0,02 | 0,00 | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2022 | 5,32 | 92,13 | 38,17 |  | 8,59 | 0,00 | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2023 | 10,15 | 117,02 | 89,02 |  | 3,10 | 5,32 | FALSE |
| UA26120090000072057 | 2024 | 16,59 | 66,47 | 89,20 |  | 0,86 | 10,15 | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2019 | 386,68 |  |  | 0,00 | 0,02 |  | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2020 | 833,60 | 90,23 |  | 0,05 | 0,01 | 386,68 | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2021 | 1282,85 | 190,73 | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 833,60 | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2022 | 2156,49 | 654,80 | 0,97 | 0,17 | 0,02 | 1282,85 | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2023 | 2247,14 | 586,09 | 3,80 | 0,55 | 0,05 | 2156,49 | FALSE |
| UA26120130000088448 | 2024 | 2296,08 | 580,66 | 4,13 | 0,80 | 0,07 | 2247,14 | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2019 | 244,18 | 200,14 | 7,15 | 0,72 | 0,25 |  | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2020 | 324,86 | 519,72 | 4,72 | 0,74 | 0,13 | 244,18 | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2021 | 469,65 | 652,65 | 7,39 | 0,98 | 0,19 | 324,86 | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2022 | 404,29 | 824,54 | 7,24 | 0,55 | 0,27 | 469,65 | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2023 | 602,31 | 51,74 | 4,24 | 0,06 | 0,18 | 404,29 | FALSE |
| UA26120150000021671 | 2024 | 631,82 | 665,07 | 5,39 | 0,06 | 0,15 | 602,31 | FALSE |

1. Mundlak Y. On the Pooling of Time Series and Cross Section Data. Econometrica. 1978. 46(1). С. 69–85. [↑](#footnote-ref-1)
2. Hausman J. A. Specification Tests in Econometrics. Econometrica. 1978. 46(6). С. 1251–1271. [↑](#footnote-ref-2)
3. Hsiao C. Analysis of Panel Data. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 366 с. [↑](#footnote-ref-3)
4. Baltagi B. H. Econometric Analysis of Panel Data. 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013. 400 с. [↑](#footnote-ref-4)
5. Wooldridge J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. 2nd ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2010. 1064 с. [↑](#footnote-ref-5)
6. Arellano M. Computing Robust Standard Errors for Within-Groups Estimators. Oxford Bulletin of Economics and Statistics. 1987. 49(4). С. 431–434. [↑](#footnote-ref-6)
7. Nickell S. Biases in Dynamic Models with Fixed Effects. Econometrica. 1981. 49(6). С. 1417–1426. [↑](#footnote-ref-7)
8. Driscoll J. C., Kraay A. C. Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. Review of Economics and Statistics. 1998. 80(4). С. 549–560. [↑](#footnote-ref-8)
9. Conley T. G. GMM Estimation with Cross Sectional Dependence. Journal of Econometrics. 1999. 92(1). С. 1–45. [↑](#footnote-ref-9)
10. Mance, D.; Vilke, S.; Debelić, B. Sustainable Governance of Coastal Areas and Tourism Impact on Waste Production: Panel Analysis of Croatian Municipalities. *Sustainability* **2020**, *12*, 7243. https://doi.org/10.3390/su12187243 [↑](#footnote-ref-10)
11. The impact of TOURISM and seasonality on different types of municipal solid waste (MSW) generation: The case of Ibiza Arbulú, Italo et al. Heliyon, Volume 10, Issue 13, e33894 [↑](#footnote-ref-11)
12. Su, Y., Lee, CC. The impact of air quality on international tourism arrivals: a global panel data analysis. *Environ Sci Pollut Res* **29**, 62432–62446 (2022). https://doi.org/10.1007/s11356-022-20030-6 [↑](#footnote-ref-12)
13. Su, Y., Lee, CC. The impact of air quality on international tourism arrivals: a global panel data analysis. *Environ Sci Pollut Res* **29**, 62432–62446 (2022). https://doi.org/10.1007/s11356-022-20030-6 [↑](#footnote-ref-13)
14. Xiao Y, Qiang WW, Chan CS, Yim SHL, Lee HF (2024) How far can air pollution affect tourism in China? Evidence from panel unconditional quantile regressions. PLOS ONE 19(6): e0304315. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304315> [↑](#footnote-ref-14)
15. Balli, E.; Cengiz, O.; Koca Balli, A.I.; Akar, B.G. Analyzing the nexus between tourism and CO2 emissions: The role of renewable energy and R&D. *Front. Environ. Sci.* **2023**, *11*, 1257013. [↑](#footnote-ref-15)
16. David Boto-García, Juan Francisco Albert, Nerea Gómez-Fernández, Carbon price shocks and tourism demand, Annals of Tourism Research, Volume 108, 2024, 103813, ISSN 0160-7383, https://doi.org/10.1016/j.annals.2024.103813. [↑](#footnote-ref-16)
17. ENVIRONMENTAL POLICY STRINGENCY AND CO2 EMISSIONS - EVIDENCE FROM CROSS-COUNTRY SECTOR DATA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://blog.oecd-berlin.de/wp-content/uploads/2023/10/13102023\_EPS\_CO2.pdf [↑](#footnote-ref-17)
18. Yangjie Wang, Shoujuan Zang, Hongjie Qiang, Jinxian Wang, Air pollution disclosing and tourism: Who are winners?, Annals of Tourism Research, Volume 103, 2023, 103659, ISSN 0160-7383, https://doi.org/10.1016/j.annals.2023.103659. [↑](#footnote-ref-18)
19. Noemi Padrón-Fumero , Alba Bauluz , Juan José Díaz-Hernández , Eugenio Diaz-Farina & Aránzazu Hernández-Yumar (19 Jun 2025): Unlocking water saving potential in tourism destinations using Smart Water Meters, Current Issues in Tourism, DOI: 10.1080/13683500.2025.2519662 [↑](#footnote-ref-19)
20. Gan, HeSong & Zhu, DanDan & Waqas, Muhammad. (2024). How to decouple tourism growth from carbon emission? A panel data from China and tourist nations. Heliyon. 10. e35030. 10.1016/j.heliyon.2024.e35030. [↑](#footnote-ref-20)
21. Yang Yang, Xiaowei Zhang, Yu Fu, Foreign tourists’ experiences under air pollution: Evidence from big data, Tourism Management, Volume 88, 2022, 104423, ISSN 0261-5177, https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104423. [↑](#footnote-ref-21)