

УДК: 332.1:528.8(477)
DOI: 10.31732/2663-2209-2026-81-116-123

Дата надходження: 13.02.2026
Дата прийняття до друку: 11.03.2026
Дата публікації: 30.03.2026



Ця робота ліцензується відповідно до [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

ОЦІНКА КОРЕЛЯЦІЇ МІЖ СУПУТНИКОВИМ СИГНАЛОМ НІЧНОГО СВІТЛОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ (NTL) ТА ПОКАЗНИКАМИ ЗБИТКІВ, ВТРАТ І ПОТРЕБ У ВІДНОВЛЕННІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА RDNA4

Роман Пашковський¹

¹Аспірант кафедри національної економіки і фінансів, ВШЗ “Університет економіки та права “КРОК”, Київ, Україна, e-mail: PashkovskiyRV@krok.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6676-2446>

ASSESSING THE CORRELATION BETWEEN SATELLITE-DERIVED NIGHTTIME LIGHTS (NTL) AND RDNA4 INDICATORS OF DAMAGES, LOSSES, AND RECOVERY NEEDS ACROSS REGIONS OF UKRAINE

Roman Pashkovskiy¹

¹Post-graduate student, KROK University, Faculty of Economics and Entrepreneurship, Kyiv, Ukraine, e-mail: PashkovskiyRV@krok.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6676-2446>

Анотація. В умовах повномасштабної війни в Україні актуальним стає визначення тенденцій економічного розвитку в умовах, коли офіційна статистика відсутня або неповна. Метою статті є оцінка того, чи можуть супутникові дані про нічне світлове випромінювання (NTL) слугувати наближеним індикатором регіональних економічних порушень шляхом порівняння динаміки NTL із агрегованими показниками на рівні областей згідно з звітом Світового банку Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). Методологія дослідження ґрунтується на використанні неконвенційного джерела даних — продукту NASA VIIRS Black Marble — для формування помісячної панелі нічного випромінювання, після чого застосовано кореляційний аналіз. У межах дослідження для кожної області визначено передвоєнний референтний рівень (січень 2021 — лютий 2022 рр.). Індекс розриву NTL після повномасштабного вторгнення визначено як середнє відхилення, починаючи з березня 2022 року (додатні значення інтерпретуються як зниження освітленості відносно передвоєнного рівня, від’ємні — як її зростання). Для кількісної оцінки взаємозв’язку між індексом на основі NTL та показниками RDNA4 розраховано коефіцієнти кореляції Пірсона і Спірмена. У документі RDNA4 виокремлено три категорії показників: damages (фізичне знищення активів), losses (втрачений/недоотриманий обсяг виробництва, доходів і надання послуг) та needs (кошторисні потреби у відновленні й реконструкції з урахуванням принципу «build back better»). Отримані результати свідчать, що індекс NTL має найтісніший зв’язок із показником losses за RDNA4 (Пірсон $r \approx 0,71$; Спірмен $\rho \approx 0,51$), тоді як кореляції з damages ($r \approx 0,23$; $\rho \approx 0,27$) і needs ($r \approx 0,31$; $\rho \approx 0,37$) є слабкими. Розбіжність між оцінками Пірсона та Спірмена, а також аналіз чутливості вказують на те, що лінійний зв’язок для losses частково формується окремими регіонами (зокрема Київською та Дніпропетровською областями), тоді як низка областей (наприклад, Запорізька, Херсонська, Луганська) послаблює узгодженість, що може відображати неоднорідність відключень електроенергії, дію комендантських обмежень, відмінності галузевої структури та просторове зміщення активності в умовах війни. Практичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні можливості використання NTL як оперативного доповнення для регіонального моніторингу в умовах дефіциту даних; водночас підкреслюється необхідність обережної інтерпретації через потенційні сторонні впливи та неповну відповідність між світловим випромінюванням, економічною активністю і потребами відновлення.

Ключові слова: відновлення економіки України, великі дані, супутникові дані, NTL, оцінка збитків, RDNA4, кореляційний аналіз

Формули: 5, рис.: 2, табл.: 1, бібл.: 18

Abstract. In the context of the full-scale war in Ukraine, identifying trends in economic development becomes especially important when official statistics are unavailable or incomplete. The purpose of this article is to assess whether satellite-derived nighttime lights (NTL) can serve as an approximate indicator of regional economic disruptions by comparing NTL dynamics with oblast-level aggregate indicators reported in the World Bank’s Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). The study’s methodology is based on using a non-conventional data source—the NASA VIIRS Black Marble product—to construct a monthly panel of nighttime radiance, followed by correlation analysis. Within the study, a pre-war reference level is defined for each oblast (January 2021–February 2022). The post-full-scale invasion NTL gap index is defined as the average deviation starting from March 2022 (positive values are interpreted as

a reduction in luminosity relative to the pre-war level, while negative values indicate an increase). To quantify the relationship between the NTL-based index and RDNA4 indicators, Pearson and Spearman correlation coefficients are computed. RDNA4 distinguishes three categories of indicators: damages (physical destruction of assets), losses (foregone or under-received production, income, and service provision), and needs (costed requirements for recovery and reconstruction, incorporating the “build back better” principle). The results indicate that the NTL index is most closely associated with RDNA4 losses (Pearson $r \approx 0.71$; Spearman $\rho \approx 0.51$), whereas correlations with damages ($r \approx 0.23$; $\rho \approx 0.27$) and needs ($r \approx 0.31$; $\rho \approx 0.37$) are weak. The divergence between Pearson and Spearman estimates, together with sensitivity analysis, suggests that the linear relationship for losses is partly shaped by specific regions (notably Kyivska and Dnipropetrovska oblasts), while several oblasts (e.g., Zaporizka, Khersonska, Luhanska) reduce concordance. This pattern may reflect heterogeneity in electricity outages, the effects of curfew restrictions, differences in sectoral structure, and spatial shifts of activity under wartime conditions. The practical significance of the study lies in substantiating the feasibility of using NTL as a timely complement to regional monitoring in data-scarce contexts; at the same time, the need for cautious interpretation is emphasized due to potential confounding factors and the imperfect correspondence among luminosity, economic activity, and recovery needs.

Keywords: economic renovation of Ukraine, big data, satellite data, NTL, damage assessment, RDNA4, correlation analysis

Formulas: 5, **fig.:** 2; **tab.:** 1; **bibl.:** 18

Постановка проблеми.

Неспровокована агресія РФ щодо України спричинила війну, що триває вже більше чотирьох років і стала одним із наймасштабніших конфліктів епохи промисловості 4.0. Прийняття економічних рішень в умовах пандемій, соціальної нестабільності та воєн характеризується, з одного боку, високим рівнем невизначеності, а з іншого — високою ціною помилки, особливо на стратегічному рівні. У звітах міжнародних організацій невизначеність, брак даних або обмеження доступу до них часто згадуються як перепона в процесі оцінки збитків та потреб у відновленні економіки України (Besker та ін., 2022; World Bank, 2025).

Неконвенційні джерела статистичних даних можуть компенсувати прогалини у інформації, уможливаючи оцінку складних економічних взаємозв'язків, моніторинг нових загроз, оперативне інформування осіб, що приймають рішення в часи різких змін та потрясінь (Vacas та ін. 2023). Одним із таких джерел є супутникові дані про нічне світлове випромінювання у нічний час (NTL) як непрямий індикатор економічної активності. Зокрема, інтенсивність нічного світлового випромінювання є компонентом індексу Warcast, розробленого Національним банком України у 2022 році для непрямої оцінки економічної активності в Україні в умовах відсутності офіційних даних (Constantinescu, 2024).

Незважаючи на те, що проблемі використання big data, зокрема супутникових даних, для опосередкованої оцінки економічного стану регіонів, як і концепціям економічного відновлення України, присвячено багато робіт, відкритим залишається питання щодо кількісної оцінки кореляції між супутниковими даними про нічне світлове випромінювання (NTL) та довготривалими оцінками збитків та потреб у відновленні регіонів України.

Аналіз досліджень і публікацій.

Питання економічного відновлення після конфліктів, воєн та інших соціоекономічних потрясінь є темою низки міжнародних і вітчизняних досліджень. Зокрема, Collier (2004) здійснив емпіричний аналіз 17 випадків відновлення суспільств після конфліктів, підкреслив ризики неадекватного реагування міжнародної спільноти на виклики в частині фінансування і реформ. Blair та ін. (2022) дослідили вплив збройних конфліктів на інвестиції. Безпосередньо українські реалії повномасштабного вторгнення, вплив стратегічної невизначеності на інвестиційний клімат, інструменти нейтралізації або компенсації воєнних ризиків досліджено в роботах Янчук (2024), Содоми та ін. (2025), Славкової (2023) та Колісник (2023). Найважливішим ресурсом кількісної оцінки збитків та потреб у відновленні є четверта версія звіту Світового банку Rapid

Damage and Needs Assessment Ukraine (RDNA4) (World Bank та ін. 2025).

Супутникові дані про рівень нічного світла представлено як корисний інструмент апроксимації економічної активності у статтях Chen (2011) та Henderson та ін. (2012), після чого вчені займалися покращенням точності прогнозування і дослідженням обмежень цього інструмента. Elvidge (2017) та Gibson (2021) підкреслюють, що дані VIIRS (комплексу радіометрії видимого та інфрачервоного світла) краще відображають економічну активність, ніж дані DMSP-OLS (метеорологічної програми Міністерства оборони США). Низка вітчизняних вчених розглядає VIIRS як спосіб дослідження стану економіки в умовах відсутності офіційних даних, зокрема Лялько та ін. (2017), Єлістратова та ін. (2022), Куссульт та ін. (2024). На окрему увагу заслуговує індекс Warcast, розроблений Національним банком України, що безпосередньо включає компоненту VIIRS (Constantinescu, 2024).

Формулювання цілей статті.

Метою дослідження є кількісна оцінка кореляції між змінами в інтенсивності нічного світла та довгостроковими потребами у відновленні економіки України згідно зі звітом Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). Для цього методами синтезу супутникової інформації побудовано помісячну панель даних про рівень світлового випромінювання у нічний час за областями України з використанням продукту VIIRS Black Marble. Для кожної області визначено передвоєнне референтне значення, а середнє відхилення від нього протягом воєнного часу вважаємо індикатором зміни економічної активності. Далі застосовано кореляційний аналіз, а саме коефіцієнти Пірсона і Спірмена для кількісної оцінки кореляції між індикатором зміни економічної активності і даними про збитки, потреби і втрати згідно з RDNA4.

Виклад основного матеріалу дослідження. Країни, що пережили соціоекономічні потрясіння, гостро потребують міжнародної допомоги та

реформ. Винятковість кожної окремої ситуації зумовлює ризик того, що специфічні умови і загрози не будуть належним чином враховані (Collier, 2004). Невизначеність є одним із факторів, що суттєво стримують економічне відновлення та інвестиції у постконфліктних регіонах (Baker та ін., 2016).

Оцінка збитків унаслідок агресії РФ в Україні ускладнюється “суттєвими обмеженнями щодо наявності даних” (World Bank, 2025, с. 33). Іншою проблемою є повільне оновлення офіційних статистичних даних (Cascaldi-Garcia та ін., 2023). Тому набувають актуальності неконвенційні джерела інформації, що опосередковано характеризують економічну активність, зокрема статистика пошукових запитів, постів у соцмережах, дані мобільних операторів зв'язку, супутникові дані тощо. Джерелам big data властиві значний об'єм і висока швидкість оновлення, проте постають питання щодо їх якості, упереджень і точності вимірювання (Jares та ін., 2015). Тож оцінка якості альтернативних даних, на нашу думку, залишатиметься нагальним питанням у процесі прийняття рішень щодо економічного відновлення України.

Супутникові дані про нічне світлове випромінювання (NTL) є цінним індикатором економічної активності в умовах відсутньої або неповної офіційної статистики (Henderson та ін., 2012). Найбільшу інформативність вони мають для густонаселених, урбаністичних, електрифікованих регіонів, тоді як для сільських та аграрних регіонів їх інформативність обмежена. Крім того, існує застереження, що NTL оптимально відображають просторовий розподіл економічної активності, а не її зміну в часі (Gibson та ін., 2021).

Також серед науковців існує консенсус, що дані VIIRS (комплексу радіометрії видимого та інфрачервоного світла) мають кращу прогнозну здатність, ніж аналогічні дані інших сенсорів, зокрема, DMSP-OLS. Це пояснюється тим, що у продукті VIIRS передбачено додаткові заходи для очищення даних від сторонніх

артефактів, зокрема, впливу хмар, місячного випромінювання, пожеж, шуму тощо (Elvidge та ін., 2017).

Четверта версія звіту Світового банку про оперативну оцінку збитків і потреб у відновленні України (RDNA4) охоплює період з лютого 2022 року по грудень 2024 року. У ній використовується методологія PDNA (оцінки потреб у відновленні після катастроф), згідно з якою виокремлюється три категорії показників (World Bank, 2010):

1.Збитки (damages) — повне або часткове знищення фізичних активів у зоні катастрофи.

2.Втрати (losses) — зміни у економічних процесах, пов'язані з катастрофою.

3.Потреби (needs) — ресурси, необхідні для відновлення активів та економічних процесів, що постраждали внаслідок катастрофи, часто з застосуванням принципу “build back better” (краще, ніж було до катастрофи).

RDNA4 містить оцінку збитків, втрат і потреб, пов'язаних із війною в Україні, у розрізі областей та секторів економіки. Автори не включили у звіт півострів Крим через відсутність даних (World Bank та ін., 2025, с.17).

Метою дослідження є оцінка лінійної кореляції між усередненим індикатором розриву економічної діяльності, побудованим на основі даних VIIRS (агрегованих за полігонами областей), і показниками збитків, втрат і потреб, розрахованими у звіті RDNA4. Для визначення кореляції використано коефіцієнти Пірсона і Спірмана.

Отже, надалі використовуватимемо такі індекси та набори:

- $i \in \{1, \dots, N\}$ — набір областей України;

- $t \in \{1, \dots, T\}$ — набір місяців;

- T_{pre} — передвоєнний референтний період (приймаємо з січня 2021 року по лютий 2022 року);

- T_{post} — воєнний період після повномасштабного вторгнення (з березня 2022 року).

Спостережувані змінні:

- $NTL_{i,t}$ — середня інтенсивність нічного світлового випромінювання у місяці t , отримана за допомогою продукту VIIRS Black Marble; дані агреговано за полігонами для області i .

- $Damage_i$, $Loss_i$, $Needs_i$ — індикатори планування для області i згідно з документом RDNA4.

Спершу застосовуємо лог-перетворення для значень $NTL_{i,t}$ з метою зменшення дисперсії:

$$y_{i,t} = \log(1 + NTL_{i,t}) \quad (1)$$

Далі розраховуємо середній передвоєнний показник NTL для кожної області:

$$\bar{y}_{i,pre} = \frac{1}{|T_{pre}|} \sum_{t \in T_{pre}} y_{i,t} \quad (2)$$

Визначаємо розрив ($x_{i,t}$), як відхилення поточного значення NTL (після лог-перетворення) від референтного передвоєнного значення у місяці t для області i :

$$x_{i,t} = \bar{y}_{i,pre} - y_{i,t} \quad (3)$$

Далі застосовуємо рухоме середнє, щоб згладити випадкові коливання. У дослідженні розмір вікна взяли $W=3$:

$$\tilde{x}_{i,t} = \frac{1}{W} \sum_{s=0}^{W-1} x_{i,t-s} \quad (4)$$

Нарешті, будемо середнє відхилення для області i після початку війни згідно з даними про нічне світлове випромінювання (NTL):

$$\bar{x}_{i,post} = \frac{1}{|T_{post}|} \sum_{t \in T_{post}} \tilde{x}_{i,t} \quad (5)$$

Обчислення. Для отримання кількісних результатів використано мову програмування Python, зокрема, бібліотеки pandas та numpy для роботи з даними та

обчислень, пакет Earth Engine для скачування та агрегування супутникових даних. Як джерело супутникової інформації про нічне світлове випромінювання обрано проєкт NASA Black Marble, оскільки цей продукт надає

дані з поправками на зовнішні чинники (місячне випромінювання, атмосферні умови, сніговий покрив) (Посібник з використання Black Marble, 2021). Для візуалізації результатів використано бібліотеку matplotlib.

Таблиця 1

Коефіцієнти кореляції між індексом розриву економічної активності на основі даних NTL та показниками у RDNA4

Показник RDNA4	Коефіцієнт Пірсона	Коефіцієнт Спірмана
Needs	0,3140609696	0,3653762851
Damage	0,2256815557	0,2667255429
Loss	0,7074755864	0,5088062743

Джерело: підготовлено автором

З таблиці 1 бачимо, що показники Needs і Damages демонструють слабкий рівень кореляції з даними про нічне світлове випромінювання. Ми вважаємо, що це пояснюється методологією їх розрахунку. Показник Damages відповідає фізично знищеним активам, які не завжди корелюють з рівнем освітлення (наприклад, може бути знищено склад, який не становить великої частки у нічному світловому випромінюванні). Needs — це ресурси, необхідні для повного відновлення активів і економічних потоків; сюди також закладають частку build-back-better. Тобто Needs — радше відповідь на питання “як відновити/покривити?”, а не “що сталося?”.

Суттєво вищий рівень кореляції спостерігаємо для показника Loss. Саме він включає в себе втрачений (недоотриманий) обсяг виробництва, доходів і надання послуг. Суттєвим нюансом є те, що

коефіцієнт Пірсона відчутно переважає коефіцієнт Спірмана. Щодо останнього, показник 0,5 вказує на помірний монотонний зв'язок між змінними Loss і індексом розриву на основі NTL. Тобто, загалом, що більший індекс розриву, то більший показник Loss, але багато областей випадають із цього правила. Значення 0,7 коефіцієнта Пірсона вказує на суттєвий рівень лінійної кореляції, проте на нього можуть впливати результати окремих спостережень (областей).

На рисунку 1 показано лінійний взаємозв'язок між змінними розриву NTL та Loss. Позитивне значення розриву означає зменшення освітленості відносно референтного рівня, від'ємне — зростання. Тут підтверджуємо припущення про те, що окремі області (зокрема Київська і Дніпропетровська) посилюють лінійну кореляцію, тоді як інші — суттєво її послаблюють.

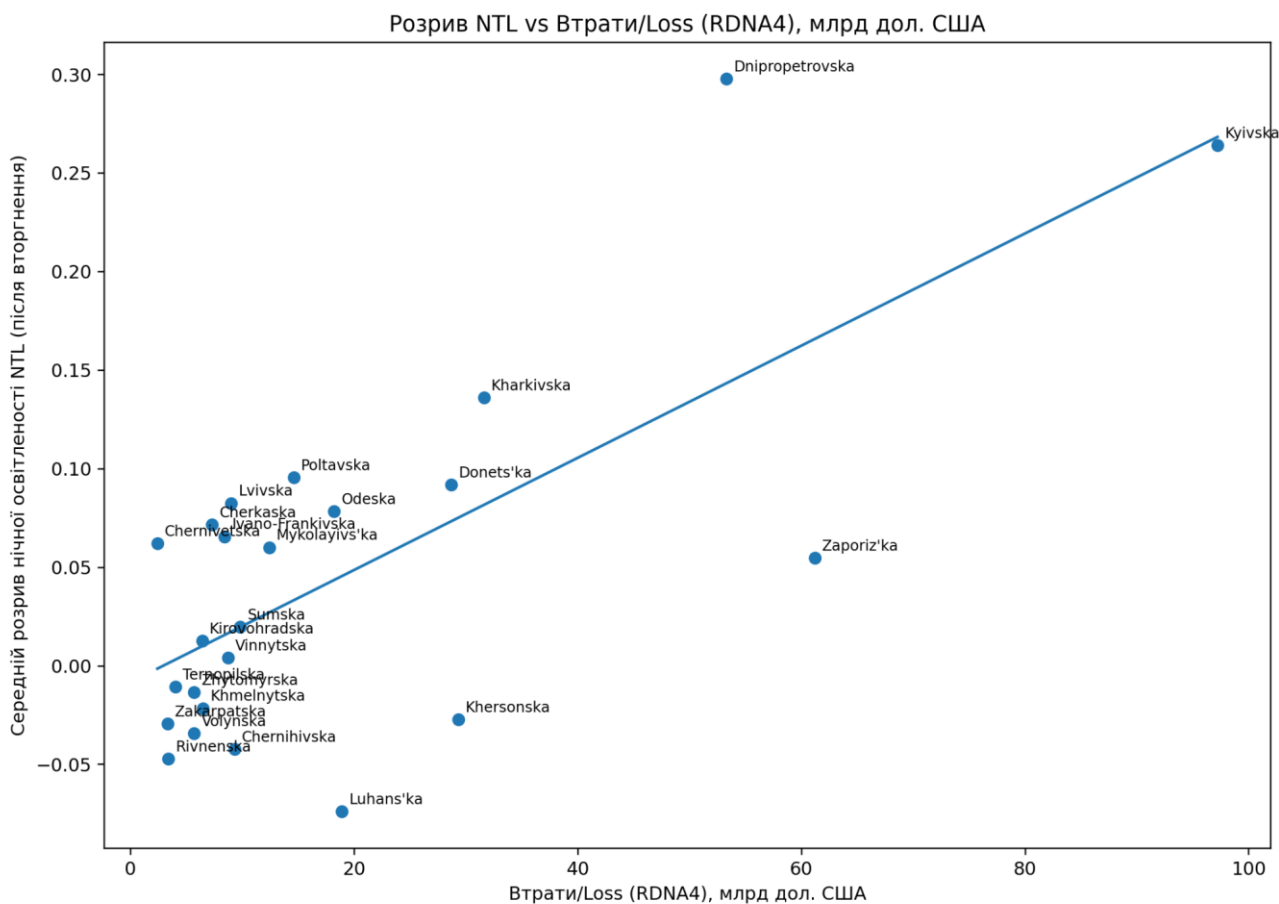


Рис. 1. Лінійна кореляція між середнім розривом рівня нічного освітлення та показником Loss у документі RDNA4

Джерело: підготовлено автором

Зокрема, відзначаємо, що Луганська та Херсонська області демонструють ріст нічного освітлення після початку повномасштабного вторгнення, хоча у RDNA4 щодо них фіксується суттєвий рівень втрат. Одним із способів перевірити вплив окремої області на результати оцінки лінійної кореляції є виключення її з вибірки. Результати цієї процедури представлено на рисунку 2 для кожної області.

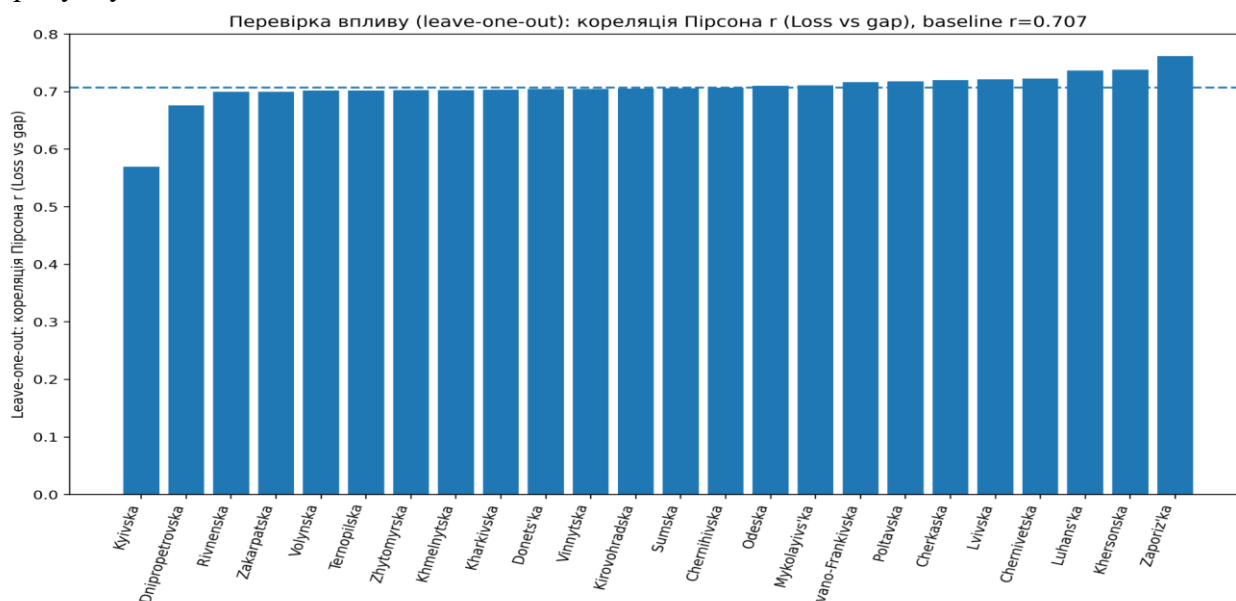


Рисунок 2. Коефіцієнт Пірсона після виключення області з вибірки.

Джерело: підготовлено автором

Вилучення Запорізької, Херсонської та Луганської областей найбільше підвищує коефіцієнт Пірсона. Іншими словами, саме в цих областях індикатор розриву NTL найбільше відхиляється від показників Loss у RDNA4. Цей феномен можна пояснити низкою чинників, які можуть бути специфічними для кожної області. Загальним застереженням є те, що не всі економічні втрати супроводжуються змінами рівня нічного освітлення (наприклад, втрата ринків, порушення ланцюгів поставок, зростання ризиків виробництва). Спостерігаємо і протилежне: в умовах війни зменшення або збільшення світлового випромінювання може бути пов'язане з відключеннями електроенергії, комендантською годиною, пожежами та іншими факторами, що не пов'язані безпосередньо із втратами економічних потоків.

Висновки. Результати вказують, що індикатор VIIRS NTL більшою мірою узгоджується з порушеннями економічних потоків, відображеними у losses (згідно з RDNA4), ніж із показниками фізичних руйнувань або кошторисними потребами відновлення. Коефіцієнт Пірсона складає приблизно 0,7, тоді як коефіцієнт Спірмана — 0,5. Це свідчить про досить сильний рівень лінійного зв'язку між змінними. Області, що показують більший рівень втрат за RDNA4 мають тенденцію до більших розривів NTL, але ця закономірність справджується не завжди. Виключення окремих спостережень із вибірки показує, що лінійний зв'язок посилюється Київською та Дніпропетровською областями і послаблюється Запорізькою, Херсонською

і Луганською. Кореляція з іншими показниками (Damages і Needs) є незначною, що пояснюється методами їх розрахунку.

Отже, індекси, побудовані на основі супутникових даних про нічне світлове випромінювання, можуть становити цінність як доповнення до інформації про стан економіки, зокрема під час прийняття рішень про відновлення України, проте використовувати їх слід з обережністю. Вони можуть добре показувати просторовий розподіл економічної активності, але не завжди відображають її зміни в часі. Крім того, вони вразливі до дії сторонніх чинників: відключення світла, комендантські години, великий обсяг сільськогосподарських угідь, низький рівень електрифікації можуть суттєво спотворювати їх значення.

Подальші дослідження можуть стосуватися врахування більшої кількості чинників, що впливають на кореляцію між супутниковими даними та економічним розвитком регіонів, зокрема на території України. Становить інтерес також чутливість кореляції до альтернативних методів побудови індексу розриву: іншої тривалості референтного періоду, визначення іншого місяця як початку повномасштабного вторгнення, застосування більшого або меншого вікна для розрахунку ковзного середнього. Крім того, оскільки відомо, що супутникові дані краще відображають розвиток урбанізованих регіонів, перспективним може виявитися дослідження кореляції за секторами економіки, зважаючи на те, що відповідні дані також включено до RDNA4.

Конфлікт інтересів. Автор заявляє, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних або фінансових відносин, які могли б бути витлумачені як потенційний конфлікт інтересів.

Фінансування. Автор заявляє, що публікацію статті профінансовано в межах оплати за навчання в аспірантурі.

Етична заява. Усі процедури, виконані в межах цього дослідження, відповідали інституційним та міжнародним етичним стандартам.

Заява щодо генеративного ШІ. Автор заявляє, що генеративний штучний інтелект не використовувався під час підготовки цього рукопису.

Література:

1. Becker, T., Eichengreen, B., Gorodnichenko, Y., Guriev, S., Johnson, S., Mylovannov, T., Rogoff, K., & Weder di Mauro, B. (Eds.). (2022). A blueprint for the reconstruction of Ukraine. *CEPR Press*.
2. Blair, G., Christensen, D., & Rudkin, V. (2022). How does armed conflict shape investment? Evidence from the mining sector. *The Journal of Politics*, 84(1), 116–133. <https://doi.org/10.1086/715255>
3. Cascaldi-Garcia, D., Luciani, M., & Modugno, M. (2023). *Lessons from nowcasting GDP across the world* (International Finance Discussion Papers No. 1385). Board of Governors of the Federal Reserve System. <http://dx.doi.org/10.17016/IFDP.2023.1385>
4. Chen, X., & Nordhaus, W. D. (2011). Using luminosity data as a proxy for economic statistics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(21), 8589–8594. <https://doi.org/10.1073/pnas.1017031108>
5. Collier, P. (2004). Aid, policy and growth in post-conflict societies. *European Economic Review*, 48(5), 1125–1145. <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2003.11.005>
6. Constantinescu, M., Kappner, K., & Szumilo, N. (2024). *The Warcast index: Estimating economic activity without official data during the Ukraine war in 2022* (NBU Working Papers, 3/2024). National Bank of Ukraine.
7. Elvidge, C. D., Baugh, K., Zhizhin, M., Hsu, F.-C., & Ghosh, T. (2017). VIIRS night-time lights. *International Journal of Remote Sensing*, 38(21), 5860–5879. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1342050>
8. Gibson, J., Olivia, S., Boe-Gibson, G., & Li, C. (2021). Which night lights data should we use in economics, and where? *Journal of Development Economics*, 149, 102602. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102602>
9. Henderson, J. V., Storeygard, A., & Weil, D. N. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American Economic Review*, 102(2), 994–1028. <https://doi.org/10.1257/aer.102.2.994>
10. Japac, L., Kreuter, F., Berg, M., Biemer, P., Decker, P., Lampe, C., Lane, J., O'Neil, C., & Usher, A. (2015). *Big data: A report of the AAPOR task force*. American Association for Public Opinion Research. https://aapor.org/wp-content/uploads/2022/11/BigDataTaskForceReport_FINAL_2_12_15_b.pdf
11. Yelistratova, L. O., Apostolov, O. A., Khodorovskiy, A. Ya., Khyzhniak, A. V., Tomchenko, O. V., & Lialko, V. I. (2022). Use of satellite information for evaluation of socio-economic consequences of the war in Ukraine. *Ukrainian Geographical Journal*, (2), 11–18. <https://doi.org/10.15407/ugz2022.02.011>
12. World Bank. (2010). *Damage, loss and needs assessment: Guidance notes (Volume 2): Conducting damage and loss assessments after disasters*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/19046>
13. World Bank, Government of Ukraine, European Commission, & United Nations. (2025). *Ukraine: Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4): February 2022–December 2024*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/42908>
14. Куссуль, Н. М., Шелестов, А. Ю., Яйлимов, Б. Я., Яйлимова, Г. О., Колотій, А. В., & Пархомчук, О. М. (2024). Аналіз індикаторів економічної діяльності на основі різнорідних даних. У Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестова, А. М. Лавренюка, Б. Я. Яйлимова, Г. О. Яйлимової, А. В. Колотія, С. Ю. Дрозда, В. В. Савіна, П. В. Мікави, І. А. Кириленка, О. А. Яворського, А. О. Охріменка, О. М. Пархомчука, Д. Ф. Харя, & С. А. Волкової, *Методи комп'ютерного зору і глибинних нейронних мереж для еколого-економічного аналізу* (с. 332-379). Наукова думка. <https://doi.org/10.20535/978-966-00-1940-9/3.3>
15. Лялько, В. І., Сахацький, О. І., Єлістратова, Л. О., & Апостолов, О. А. (2017). Використання космічних знімків NPP/VIIIRS у нічний час для оцінки економічної кризи на Сході України (Донецька та Луганська області). *Вісник Національної академії наук України*, (2), 48–53. <https://doi.org/10.15407/visn2017.02.048>
16. Славкова, А. А., & Колісник, Д. Р. (2023). Інвестиційна привабливість України: реалії в умовах війни та перспективи повоєнної відбудови. *Економіка та суспільство* (56). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-138>
17. Содома, Р. І., Ільчишин, І. Ю., & Перетятко, Л. А. (2025). Ризик-орієнтоване управління проєктами відновлення регіонів України. *Економіка та суспільство*. (73). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-124>
18. Янчук, А. О. (2024). Економічна стратегія повоєнного відновлення як основа забезпечення національних інтересів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: юридичні науки*, 35(74), 80–89. <https://doi.org/10.32782/TNU-2707-0581/2024.5/14>