

---

doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2018.09.077>

УДК 528.8: 911.3

**В.І. Лялько, Л.О. Єлістратова,  
О.А. Апостолов, А.Я. Ходоровський**

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі  
Інституту геологічних наук НАН України”, Київ  
E-mail: alex@casre.kiev.ua

## **Оцінка стану та змін загального соціально-економічного розвитку України за період 1992–2012 роки на основі матеріалів зйомок космічного апарата DMSP/OLS (США) про нічну освітленість території**

*Представлено академіком НАН України В.І. Ляльком*

*Проведено кореляційну оцінку змін основних соціально-економічних показників України з даними аналізу інтенсивності нічної освітленості за матеріалами зйомок космічним апаратом DMSP/OLS. Використовувався архів супутникових знімків за період 1992–2012 рр. та статистичні дані про кількість міського і сільського населення, валового регіонального продукту за цей період. Встановлено, що супутникові дані про нічну освітленість території з супутника DMSP/OLS корелюють з показниками, що характеризують соціально-економічний стан країни, і можуть бути використані як незалежний дистанційний моніторинг соціоекономічного розвитку України.*

**Ключові слова:** нічна освітленість, DMSP/OLS, кількість населення, регіональний валовий продукт, Україна.

**Актуальність теми дослідження.** Розпад СРСР супроводжувався зміною економічної і соціальної ситуації в Україні. Економічний спад і соціальна деградація 1990-х рр. змінилася періодом поступового розвитку країни. Однак сьогодні наростають кризові явища в економічній, соціальній, природній та інших сферах життєдіяльності українського суспільства. У цих умовах зростає необхідність в об'єктивному оперативному моніторингу і оцінці спрямованості подібних змін економіки і соціальної сфери життєдіяльності населення. Такий моніторинг традиційно проводиться на основі даних офіційної статистики, які надходять з регіонів. Якість подібної статистичної інформації має великий вплив на характер прогностичних моделей розвитку регіонів. Одним із методів незалежного контролю отриманої інформації можуть бути дані супутникових спостережень [1, 2].

Метою нашого дослідження є оцінка основних соціоекономічних показників на території України з врахуванням даних, отриманих з американського супутника DMSP/OLS

© В.І. Лялько, Л.О. Єлістратова, О.А. Апостолов, А.Я. Ходоровський, 2018

ISSN 1025-6415. Допов. Нац. акад. наук Укр. 2018. № 9

(Defense Meteorological Satellite Program/Operational Linescan System) [3], даних офіційної статистики [4, 5] та з'ясування регіональних особливостей їх прояву.

**Стан вивчення питання.** На сьогодні супутникові дані стають все більш затребуваними в різних галузях народного господарства. Зокрема, на основі супутникових зображень DMSP/OLS можна простежити зміни нічної освітленості окремих регіонів або країн. Раніше проведені дослідження виявили, що показники нічної освітленості досить добре корелюють з кількістю населення, з величинами регіонального валового продукту або з розвитком окремих галузей промисловості [6]. Крім того, за цими даними можна простежити розвиток міських агломерацій у різних країнах світу [7–10]. Нами проаналізовано можливість використання цих даних як основи для оцінки змін узагальненого соціоекономічного стану України та визначено регіональні прояви цих змін.

**Матеріали та методи дослідження.** Матеріали космічної зйомки DMSP/OLS є унікальним глобальним відображенням діяльності людини. Перевагою даних DMSP/OLS є час спостережень, просторова розрізненість, глобальне охоплення і доступність на значному часовому проміжку. Більшість інших супутникових даних отримані в денний час і є відображенням відбиття освітленості від різних видів земного покриву. Нічне супутникове зображення формується у видимому діапазоні фіксуванням випромінюванням від світлових джерел, що пов'язані як з людською діяльністю, так і з природними процесами (вулканізм, лісові пожежі тощо). Техногенними факторами освітленості є світлові джерела міст, населених пунктів, промислових об'єктів, доріг та ін.

На супутнику DMSP/OLS встановлено два телескопи і фотомножник. Один з телескопів фіксує видиму частину спектра і чутливий до випромінювання в діапазоні 0,40–1,10 мкм. Інший – інфрачервоний телескоп, що чутливий до випромінювання в діапазоні 10–13,4 мкм. Супутник DMSP/OLS знаходиться на сонячно-синхронній полярній орбіті [3, 11]. Він дає можливість отримати нічні зображення земної поверхні у видимому діапазоні спектра кожену добу з просторовою розрізненістю 900 м. Для дослідження був використаний архів даних за 1992–2012 рр. Використовувалася четверта версія архіву даних про стабільну нічну освітленість. Дані отримані з шести супутникових серій DMSP/OLS (F10, F12, F14, F15, F16, F18). У цій версії стандартна попередня обробка даних складається з очищення зображень від хмар і створення композита постійних протягом календарного року джерел підвищеної нічної освітленості території на всіх безхмарних зображеннях, отриманих протягом року.

Для роботи були взяті дані серії F10 за період 1992–1994 рр., з F12 за період 1995–1999 рр., з F14 за період 2000–2003 рр., з F16 за період 2004–2009 рр., з F18 за період 2010–2012 рр. За допомогою програми по обробці космічних знімків Erdas Imagine отримані дані були попередньо переглянуті, а потім проведена їх первинна обробка. Вхідні дані з супутника DMSP/OLS мають географічну проекцію, тому для роботи з ними виконувалась така послідовність дій:

1) на всіх знімках виділялась територія України за допомогою функції *SubSet* програми Erdas Imagine та контуру України у форматі \*.aoi;

2) з отриманих на першому етапі 21 знімка території України було сформовано 21 каналний знімок України в географічній системі координат за допомогою функції *LayerStack* програми Erdas Imagine, де кожний канал відповідає року зйомки;

3) потім каналні знімки було переведено в систему координат WGS 84 / zone 36 за допомогою функції *Reproject* програми Erdas Imagine;

4) виконане нормування даних цих знімків за формулою  $100 \cdot \left( \frac{DN - MIN}{MAX - MIN} \right)$ , де  $DN$  – вхідне значення з файлу (digital number),  $MIN$ ,  $MAX$  – мінімальне та максимальне значення, за допомогою *Modeler Maker* програми Erdas Imagine. Нормування необхідно проводити, оскільки розробники сканера OLS спеціально на цьому наголосили у файлі супроводу до космічних знімків.

Таким чином, нормовані дані знаходяться в діапазоні 0–100, що дає змогу порівнювати між собою нічну освітленість території за різні роки. Як свідчать результати аналізу отриманих даних зйомок, значна частина території України характеризується нормованими значеннями інтенсивності освітленості, що дорівнюють нулю. Виходячи зі змісту задачі, що вирішується, ця територія була виключена з подальшого розгляду.

Крім того, в дослідженні використовувалися статистичні дані з кількості загального населення та окремо міського і сільського за період 1992–2012 рр. [4, 5] (крім 1994 р., на який відсутня статистика) та дані валового регіонального продукту з 1996 р. (коли було введено в Україні гривну) по 2012 р.

**Результати дослідження.** В сучасних умовах становлення та розвитку економіки Україна зіштовхнулася з новими безпрецедентними викликами геополітичного, військового та соціально-економічного характеру, що швидко змінюються у часі. У цих умовах потрібна швидка оцінка впливу вказаних чинників змін на економіку держави з метою прийняття відповідних заходів. Відомі соціоекономічні методи досліджень потребують багато часу. Значну допомогу в вирішенні цих питань дає використання шляхом спеціальної інтерпретації матеріалів дистанційного зондування землі (ДЗЗ) у комплексі зі статистичними даними, що сприяє розумінню багатьох особливостей і процесів соціоекономічного розвитку України. Саме такі дані ДЗЗ дають можливість оперативно отримувати важливі відомості, які недоступні наземним методам, зокрема про економічну концентрацію через збільшення інтенсивності населення та економічної щільності у великих та малих містах. Економічний розвиток пов'язаний насамперед зі збільшенням промислового виробництва, яке розташовується переважно у великих містах. Промисловий розвиток супроводжується підвищенням чисельності та щільності населення, оскільки люди переселяються в промислові центри. Внаслідок цього тут відбувається підвищення площі освітлених територій та інтенсивності нічної освітленості.

Для визначення спрямованості змін в економіці та соціальній сфері використовувалися такі показники (табл.1):

1) сумарна інтенсивність нічного освітлення (*СІО*) – це сума значень освітленості всіх пікселів по всій території України. Починаючи з 1992 р. до 2000 р. значення *СІО* знижується, з 2001 р. по 2009 р. – стабілізується в середньому на рівні 1450000, а з 2010 р. – зростає;

2) кількість яскравих пікселів (*КЯП*) – це пікселі, що “світилися” вночі. Тут відмічається два періоди: з 1992 по 2002 рр. падіння значень цього параметра і з 2003 по 2012 рр. – коливання в межах 157576 (2004 р.)–230021 (2011 р.);

3) коефіцієнт відношення сумарної інтенсивності освітлення до кількості яскравих пікселів ( $K = СІО/КЯП$ ). Коефіцієнт вводився, щоб одночасно враховувати показники *СІО* і *КЯП*;

4) валовий регіональний продукт (*ВРП*, млрд грн), який на регіональному рівні є узагальнюючим показником, що характеризує рівень розвитку економіки регіону [4, 5]. Економічну динаміку 1992–2012 рр. доцільно розглядати крізь призму двох періодів: 1992–1999 рр. та 2000–2012 рр., що обумовлено як різнонаправленістю економічних тенденцій, так і становленням нових підходів до збирання та обробки статистичної інформації. Період 1992–1999 рр. вважався як кризовий трансформаційний, коли, незважаючи на найбільш інтенсивне зростання виробництва (1991–1996 рр.), усе ж відбувалося повільне зростання ВРП. Період 2000–2012 рр. — період економічного зростання. Отже, за весь період України як самостійної держави відбувалося поступальне економічне зростання;

5) *\$100* — офіційний курс долара щодо гривні по роках [12];

6) *ВРП*, млрд дол. — валовий регіональний продукт у доларовому еквіваленті, для того щоб врахувати інфляційні процеси. За весь період спостережень ВРП в доларовому еквіваленті зріс у 4 рази, а в гривневому — майже в 20 разів;

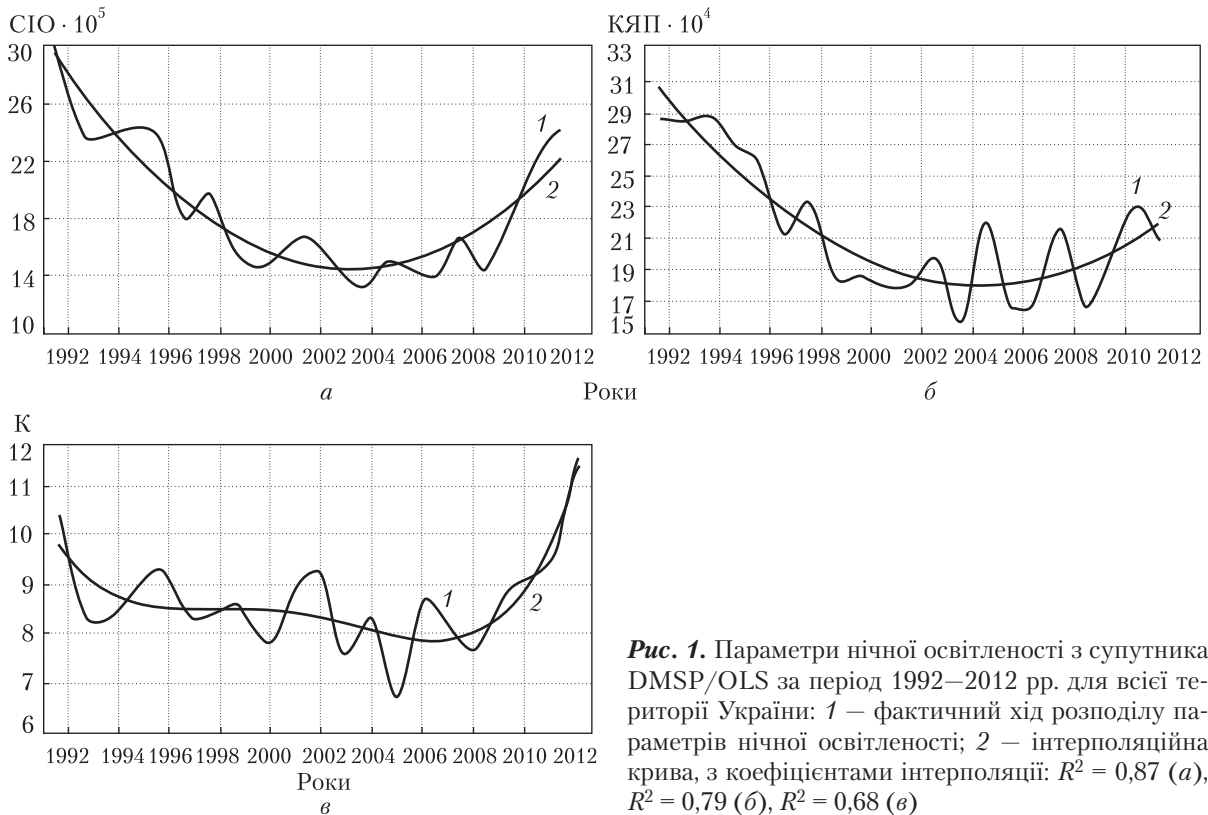
7) *населення загальне*, тис. — це дані середньої чисельності наявного населення за кожен рік;

8) *населення міст*, тис. — це дані середньої чисельності наявного населення за кожен рік, яке проживає в містах;

9) *населення сіл*, тис. — це дані середньої чисельності наявного населення за кожен рік, яке проживає в сільських населених пунктах. Розвинуті держави приділяють все більше

**Таблиця 1. Дані нічної освітленості, отримані з супутника DMSP/OLS, та статистичні дані розподілу ВРП і населення України**

Рік	СІО	КЯП	К	ВРП, млрд грн	\$ (100)	ВРП, млрд дол.	Кількість населення, тис.		
							загальна	міст	сіл
1992	2987336	287223	10,40				52244,1	35471,0	16773,1
1993	2394773	285642	8,38				52114,4	35400,7	16713,7
1994	2397704	288848	8,30						
1995	2429980	270987	8,97				51334,1	34832,5	16501,6
1996	2380302	256012	9,30	81,52	182,95	44,56	50893,5	34521,8	16371,7
1997	1793861	213588	8,40	93,37	186,17	50,15	50499,9	34271,6	16228,3
1998	1973673	233534	8,45	102,59	244,95	41,88	50105,6	34017,4	16088,2
1999	1593577	185919	8,57	130,44	413,04	31,58	49710,8	33796,5	15914,3
2000	1457638	186850	7,80	170,07	544,02	31,26	49291,2	33537,2	15754,0
2001	1586976	180589	8,79	204,19	537,21	38,01	48672,8	32743,3	15929,5
2002	1665754	179963	9,26	225,81	532,66	42,39	48003,5	32328,4	15675,1
2003	1500038	197966	7,58	267,34	533,27	50,13	47622,4	32146,5	15476,0
2004	1315368	157576	8,35	345,11	531,92	64,88	47280,8	32009,3	15271,5
2005	1488472	221601	6,72	441,45	512,47	86,14	46958,7	31886,7	15072,1
2006	1457296	168025	8,67	544,15	505,00	107,75	46646,0	31777,4	14868,6
2007	1392923	171166	8,14	720,73	505,00	142,72	46372,7	31668,8	14703,9
2008	1667252	216746	7,69	948,06	526,72	179,99	46143,7	31587,2	14556,5
2009	1442593	166122	8,68	913,35	779,12	117,23	45962,9	31524,8	14438,1
2010	1821333	198071	9,12	1082,57	793,56	136,42	45778,5	31441,6	14336,9
2011	2200074	230021	9,56	1302,08	796,76	163,42	45644,4	31384,7	14259,7
2012	2418047	208681	11,59	1459,10	799,10	182,59	45560,3	31373,7	14186,5



**Рис. 1.** Параметри нічної освітленості з супутника DMSP/OLS за період 1992–2012 рр. для всієї території України: 1 – фактичний хід розподілу параметрів нічної освітленості; 2 – інтерполяційна крива, з коефіцієнтами інтерполяції:  $R^2 = 0,87$  (а),  $R^2 = 0,79$  (б),  $R^2 = 0,68$  (в)

уваги таким соціальним явищам, як здоров'я та збереження життя кожної людини, які в новій системі цінностей набувають значної ваги. На жаль, депопуляція населення в Україні, зокрема високий рівень смертності, його старіння, є ознаками демографічної кризи. За період з 1992 по 2012 рр. кількість загального населення зменшилася в абсолютній величині на 6683,8 тис. За цей період кількість населення міст зменшилася на 4097 тис., а сільського населення – на 2568,6 тис. У відносному значенні загальна кількість населення країни зменшилася на 12,97 %, міського – на 11,52 %, сільського – на 15,42 %. Зменшення сільського населення можна пояснити вищим рівнем смертності, ніж у містах, міграцією з сіл до міст та за кордон. В цілому основними факторами зменшення населення є демографічні, екологічні та соціально-економічні, зокрема поширення соціальних негативних негараздів у суспільстві, що підвищує рівень зовнішньої міграції.

Розподіл отриманих значень усіх трьох коефіцієнтів нічної освітленості за роками (рис. 1) можна описати параболічною залежністю (особливо розподіл значень *СІО* та *КЯП*). Судячи з наведених графіків, до 2001–2002 рр. відбувалося падіння інтенсивності нічної освітленості території України, що пов'язано з перебудовою економіки держави. З 2001, 2002 рр. і до 2006 р. освітлення було приблизно на одному рівні, що відповідає періоду стабілізації економіки країни. З 2006 р. почалося збільшення інтенсивності освітлення території, це може відповідати періоду зростання економіки.

Для встановлення залежності між різними показниками яскравості та основними соціо-економічними показниками проводився кореляційний аналіз між ними. Слід зазначи-

ти, що дані сканера OLS не калібровані і коефіцієнти передачі не записуються в потік даних, тому показники нічної освітленості, одержані з супутника DMSP/OLS за різні роки, не можна безпосередньо зіставляти між собою. Проведене нормування дало можливість зіставити дані за різні роки, але отримані величини значно відрізняються між собою. З метою визначення загальної тенденції зміни даних було проведено осереднення показників освітленості ковзним п'ятирічним вікном. Отримані результати кореляції наведені в табл. 2.

Аналіз даних табл. 2 свідчить про те, що статистично значущий коефіцієнт кореляції між параметрами нічної освітленості та ВРП складає  $K$  ( $R^2 = 0,64$ ), який інтегрує в собі інтенсивність освітлення та площу по кожному пікселю зйомки. При кореляції параметрів освітленості з кількістю загального, міського та сільського населення статистично значущі коефіцієнти кореляції дав показник *КЯП*, це пояснюється тим, що показник відображає фактичну площу всіх об'єктів, які дають світло (як у містах, так і в селах). Показник *СІО* статистично значущо корелює з кількістю загального населення та населення міст. Цей показник характеризує інтенсивність нічного світла, відповідно, інтенсивність міських агломерацій значно перевищує інтенсивність освітленості сільських територій. Таким чином, для території України інтегральний показник нічної освітленості  $K$  характеризує економічну складову, а *СІО* та *КЯП* — соціо-економічну, тобто враховує щільність населення.

**Таблиця 2. Коефіцієнти кореляції параметрів нічної освітленості з статистичними даними валового регіонального продукту та кількістю населення (загального, міського та сільського) України**

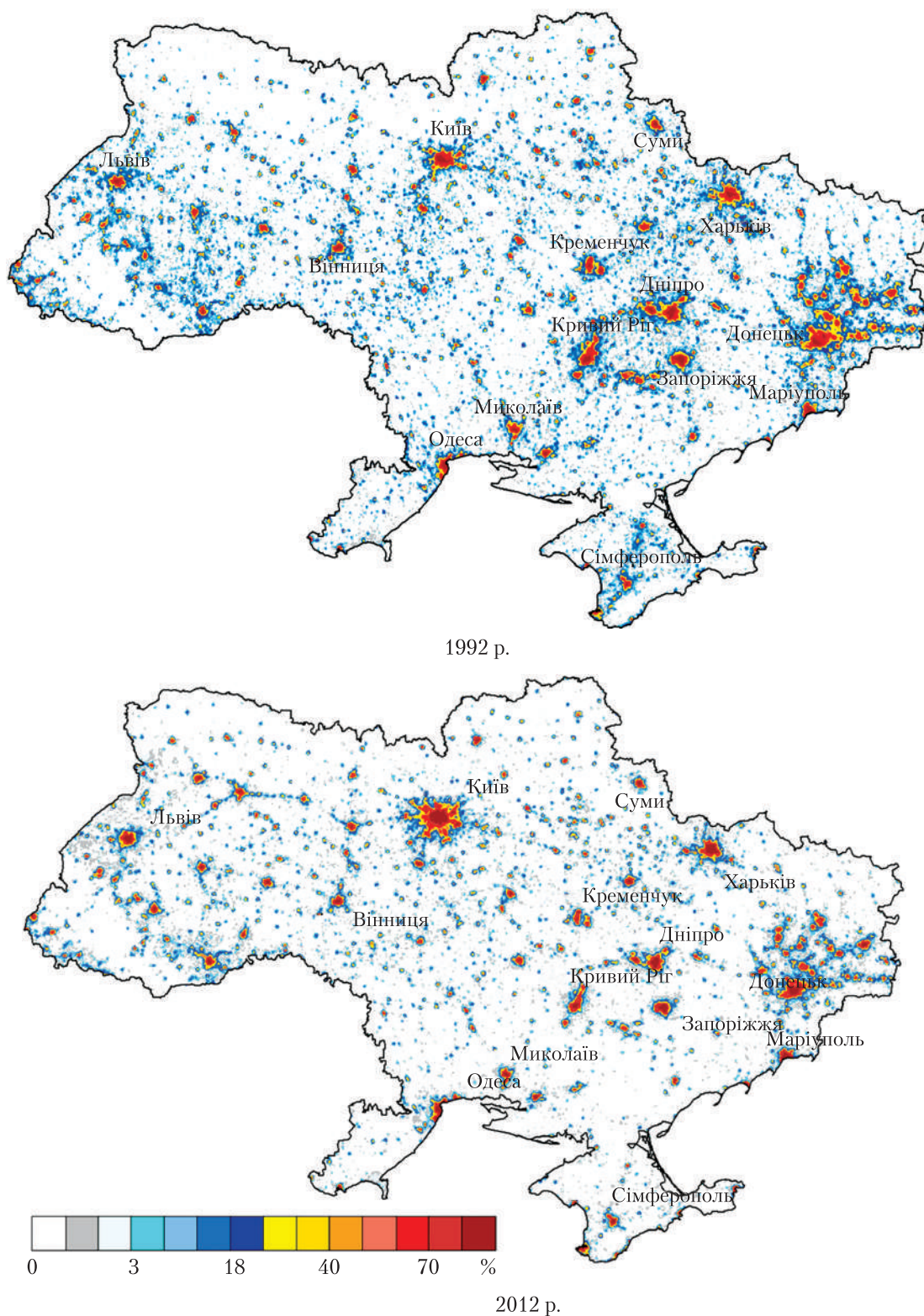
Параметри освітленості	ВРП, млрд грн	ВРП, млрд дол.	Кількість населення, тис.		
			загальна	міст	сіл
СІО	0,25	0,16	0,63	0,70	0,49
КЯП	-0,14	-0,14	0,79	0,84	0,68
К	0,64	0,47	-0,03	0,05	-0,17

Проведене дослідження сумісного аналізу супутникових даних нічної освітленості та основних соціоекономічних показників виявило однакову тенденцію щодо економічної ситуації за період з 1992 до 2012 рр. Відбувається постійне зростання економіки при постійному скороченні населення України. За такої тенденції середній

Проведене дослідження сумісного аналізу супутникових даних нічної освітленості та основних соціоекономічних показників виявило однакову тенденцію щодо економічної ситуації за період з 1992 до 2012 рр. Відбувається постійне зростання економіки при постійному скороченні населення України. За такої тенденції середній

**Таблиця 3. Валовий регіональний продукт на душу населення України за період 1992–2012 рр.**

Рік	Дохід		Рік	Дохід	
	грн	дол.		грн	дол.
1996	1601,757	875,516	2005	9400,848	1834,419
1997	1848,816	993,0792	2006	1165,59	2310,017
1998	2047,536	835,8994	2007	15542,14	3077,652
1999	2624,017	635,2938	2008	20545,73	3900,678
2000	3450,312	634,2251	2009	19871,35	2550,474
2001	4195,156	780,9155	2010	23647,98	2979,971
2002	4704,032	883,1209	2011	28 526,58	3580,339
2003	5613,825	1052,717	2012	32 025,64	4007,698
2004	7299,221	1372,24			



**Рис. 2.** Зміна показника нічної освітленості за 1992 і 2012 рр. по території України

дохід громадянина України має збільшуватися кожного року, це підтверджується даними доходу по роках у гривневому еквіваленті. У табл. 3 наведено дані ВРП на душу населення, тобто це те, що країна “заробила” в грошовому еквіваленті, поділено на кількість населення.

Для оцінки динаміки соціоекономічного розвитку в часі було проаналізовано нічне освітлення території України за 1992 та 2012 рр. (рис. 2). З рис. 2 за 2012 р. візуально видно зменшення площ нічної освітленості на 27,4 % відносно 1992 р. по всій території України (показник *КЯП*). Були втрачені невеликі за розмірами низькоенергетичні об’єкти, що пов’язано зі зменшенням кількості сіл, невеликих містечок, закриттям в них малих виробництв і, відповідно, зменшенням сільськогосподарських виробництв. Показник *СІО* за 2012 р. менший за його величину 1992 р. на 19,1 %.

Відбулися зміни в перерозподілі великих міських агломерацій. Значно за площею виросла Київська агломерація, в деяких інших — збільшилася сама освітленість міста (Львів) без збільшення площі агломерації. Для інших великих міст територія самого міста залишилася інтенсивно освітленою, але зменшилася його агломеративність, що свідчить про певні негативні тенденції розвитку в промисловості (закриття та скорочення виробництв у межах агломерацій та ін.).

Таким чином, супутникова інформація про нічну освітленість може бути використана як незалежне додаткове джерело даних про населення і валовий регіональний продукт України та характеризувати їх динаміку змін у часі. Аналіз одержаних матеріалів також дає можливість розробити конкретні рекомендації для мінімізації тенденцій, що негативно впливають на демографічні та економічні процеси в нашій державі.

Отже, за матеріалами космічної зйомки з супутника DMSP/OLS (США) розраховано параметри нічної освітленості *СІО*, *КЯП* та *К* території України у нічний час за 1992–2012 рр. За результатами кореляційного аналізу отримано кількісні оцінки зв’язку між основними параметрами освітленості території за нічними супутниковими зображеннями та показниками соціоекономічного розвитку України. Обґрунтовано можливість використання даних нічної космічної зйомки супутника DMSP/OLS (США) як індикатора розселення населення для оцінки людності населених пунктів і, відповідно, їх економічної активності. Для об’єктивного, оперативного контролю за соціоекономічним розвитком України доцільно залучати поряд зі статистичними матеріалами також дані ДЗЗ різних типів.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Лялько В.І., Сахацький О.І., Єлістратова Л.О., Апостолов О.А. Використання космічних знімків NPP/VIIRS у нічний час для оцінки економічної кризи на сході України (Донецька та Луганська області). *Вісн. НАН України*. 2017. № 2. С. 48–53. doi: <https://doi.org/10.15407/visn2017.02.048>
2. Лялько В.І., Єлістратова Л.О., Апостолов О.А. Оцінка посівних площ озимих культур за даними космічної зйомки з супутника Landsat на території Донецької області. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2017. № 6. С. 51–57. doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.06.051>
3. NOAA: National Centers for Environmental Information. URL: <https://ngdc.noaa.gov/eog/index.html>
4. Народне господарство України у [1991–1993] році: стат. щорічник. Самченко В.В. (ред.). Київ: Техніка, 1992. 1994.
5. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. Савин І.Ю., Статакис Д., Докукин П.А. Спутниковые данные о ночной освещенности как индикаторе общего социально-экономического развития регионов России. *Совр. пробл. ДЗЗ из космоса*. 2017. 14, № 6. С. 210–221.



7. Elvidge C.D., Baugh K.E., Dietz J.B., Bland T., Sutton P.C., Kroehl H.W. Radiance calibration of DMSP-OLS low-light imaging data of human settlements. *Remote Sens. Environ.* 1999. **68**, № 1. P. 77–88.
8. Fan J., Ma T., Zhou C., Zhou Y., Xu T. Comparative estimation of urban development in China's cities using socioeconomic and DMSP/OLS night light data. *Remote Sens.* 2014. **6**, № 8. P. 7840–7856.
9. Gao B., Huang Q., He C., Ma Q. Dynamics of urbanization levels in China from 1992 to 2012: perspective from DMSP/OLS night time light data. *Remote Sens.* 2015. **7**, № 2. P. 1721–1735.
10. Кушнырь О.В. Разработка методики определения плотности населения по ночным снимкам DMSP OLS. *Изв. ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъёмка.* 2014. № 1. С. 66–70.
11. Elvidge C.D., Erwin E.H., Baugh K.E., Ziskin D., Tuttle B.T., Ghosh T., Sutton P.C. Overview of DMSP night time lights and future possibilities. *Urban Remote Sens. Joint Event.* 2009. 3 Vols. Proceedings of a meeting held 20–22 May 2009, Shanghai, China. Curran Associates, Inc. 5 p. doi: <https://doi.org/10.1109/URS.2009.5137749>
12. Національний банк України. URL: <https://bank.gov.ua/control/uk/index>

Надійшло до редакції 27.03.2018

## REFERENCES

1. Lyalko, V. I., Sakhatsky, A. I., Apostolov, A. A. & Elistratova, L. A. (2017). Application of products from NPP/VIIRS satellite images at night for assessment of the economic crisis in the East of Ukraine (the Donetsk and Luhansk regions). *Visn. Nac. Acad. nauk Ukr.*, No. 2, pp. 48-53 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15407/visn2017.02.048>
2. Lyalko, V. I., Elistratova, L. A. & Apostolov, A. A. (2017). The estimation of cultivated areas under winter crops by Landsat survey data over the Donetsk region. *Dopov. Nac. akad. nauk Ukr.*, No. 6, pp. 51-57 (in Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.06.051>
3. NOAA: National Centers for Environmental Information. Retrieved from <https://ngdc.noaa.gov/eog/index.html>
4. People's economy of Ukraine [1991-1993] (1992-1994): Statistical Yearbook. Samchenko V.V. (Ed.). Kiev: Technics (in Ukrainian).
5. State Statistics Service of Ukraine. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. Savin, I. Yu., Stathakis, D. & Dokunin, P. A. (2017). Satellite based night lights data as an indicator of general socio-economic development of regions of Russia. *Sovr. Probl. DZZ Kosm.* 14, No. 6, pp. 210-221 (in Russian).
7. Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Dietz, J. B., Bland, T., Sutton, P. C. & Kroehl, H. W. (1999). Radiance calibration of DMSP-OLS low-light imaging data of human settlements. *Remote Sens. Environ.*, 68, No. 1, pp. 77-88.
8. Fan, J., Ma, T., Zhou, C., Zhou, Y. & Xu, T. (2014). Comparative estimation of urban development in China's cities using socioeconomic and DMSP/OLS night light data. *Remote Sens.*, 6, No. 8, pp. 7840-7856.
9. Gao, B., Huang, Q., He, C. & Ma, Q. (2015). Dynamics of urbanization levels in China from 1992 to 2012: perspective from DMSP/OLS night time light data. *Remote Sens.*, 7, No. 2, pp. 1721-1735.
10. Kushnir, O. V. (2014). Development of the methodology for determining population density by night images DMSP OLS. *Izv. VUZov. Geodeziya i aerofotos'emka*, No. 1, pp. 66-70.
11. Elvidge, C. D., Erwin, E. H., Baugh, K. E., Ziskin, D., Tuttle, B. T., Ghosh, T. & Sutton, P. C. (2009). Overview of DMSP night time lights and future possibilities. *Urban Remote Sens. Joint Event.* 3 Vols. Proceedings of a meeting held 20-22 May 2009, Shanghai, China (5 pp). Curran Associates, Inc. doi: <https://doi.org/10.1109/URS.2009.5137749>
12. National Bank of Ukraine. Retrieved from <https://bank.gov.ua/control/uk/index>

Received 27.03.2018

*В.І. Лялько, Л.А. Елистратова,  
А.А. Апостолов, А.Я. Ходоровский*

ГУ “Научный центр аэрокосмических исследований Земли  
Института геологических наук НАН Украины”, Киев  
E-mail: alex@casre.kiev.ua

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ИЗМЕНЕНИЙ ОБЩЕГО  
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УКРАИНЫ  
В ТЕЧЕНИЕ 1992–2012 ГОДОВ НА ОСНОВАНИИ МАТЕРИАЛОВ  
СЪЕМОК КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА DMSP/OLS (США)  
О НОЧНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Проведена корреляционная оценка изменений основных социально-экономических показателей Украины с данными анализа интенсивности ночной освещенности по материалам съемок космическим аппаратом DMSP/OLS. Использовался архив спутниковых снимков за 1992–2012 гг. и статистические данные о количестве городского и сельского населения, валового регионального продукта за этот период. Установлено, что спутниковые данные о ночной освещенности территории со спутника DMSP/OLS имеют корреляцию с показателями, характеризующими социально-экономическое состояние страны, и могут быть использованы в качестве независимого дистанционного мониторинга социально-экономического развития Украины.

**Ключевые слова:** *ночная освещенность, DMSP/OLS, количество населения, региональный валовой продукт, Украина.*

*V.I. Lyalko, L.A. Elistratova,  
A.A. Apostolov, A.Ya. Khodorovsky*

Scientific Center for Aerospace Research of the Earth,  
Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kiev  
E-mail: alex@casre.kiev.ua

THE CONDITION AND CHANGES ASSESSMENT  
OF GENERAL SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF UKRAINE  
BETWEEN 1992 AND 2012 ON THE BASIS OF SPACECRAFT SURVEY MATERIALS  
DMSP/OLS (USA) ABOUT THE NIGHT LIGHTENING OF THE TERRITORY

We performed the correlation assessment of the changes for main socio-economical factors of Ukraine with the analysis of intensity of night lightening within spacecraft survey DMSP/OLS data. The archive of satellite imagery and statistical data on the urban and rural population numbers and on the gross regional product between 1992 and 2012 were used. We established that satellite data on the night lightening of the territory from the DMSP/OLI satellite are correlating with indicators that characterize the socio-economical condition of the country, and can be used in case of independent remote monitoring of the socio-economical development of Ukraine.

**Keywords:** *night lightening, DMSP/OLI, population number, regional gross product, Ukraine.*