

3. KoBoToolbox. URL: <https://hhi.harvard.edu/kobotoolbox> (дата звернення: 11.11.2021)

4. Ukraine Multi-Sectoral Needs Assessment – August 2020. URL: https://www.impact-repository.org/document/reach/93cdc68e/REACH_UKR_Report_MSNA-GCA_May-2021.pdf

5. GHSL – Global Human Settlement Layer . URL: https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/ghs_pop.php (дата звернення: 11.11.2021)

6. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖУВАНИХ ГРОМАД ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ. URL: https://www.impact-repository.org/document/reach/724d76d4/AGORA_Simplified-product_Luhansk-oblast_UKR.pdf (дата звернення: 11.11.2021)

7. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖУВАНИХ ГРОМАД ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ. URL: https://www.impact-repository.org/document/reach/724d76d4/AGORA_Simplified-product_Luhansk-oblast_UKR.pdf (дата звернення: 11.11.2021)

СТАТИСТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДИКАТОРІВ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ЕПІДЕМІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПАНДЕМІЇ COVID-19 ЗА ОБЛАСТЯМИ УКРАЇНИ

Товмаченко Ніна Миколаївна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри економіко-математичних
дисциплін та інформаційних технологій;

Жигун Юлія Миколаївна,

бакалавр;

Національна академія статистики, обліку та аудиту;

Лукович Ольга Василівна,

провідний інженер-програміст,

НДЛ "Ймовірно-статистичних методів",

факультета комп'ютерних наук та кібернетики,

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Сплеск смертності від пандемії COVID-19 створив найбільший розрив між фактичним і очікуваним рівнем смертності – то, що називають "надлишковою смертністю" або смертністю понад норму.

За даними Центрів з контролю і профілактики захворювань, близько 10% смертей в минулому році можна безпосередньо віднести на рахунок COVID-19, який "обігнав" інші основні причини смерті. Пандемія COVID-19 викликала найбільше зниження тривалості життя з часів Другої світової війни. Доктор Хосе Мануель Абурто, один з провідних авторів дослідження Центру демографічних наук Леверхалм при Оксфордському університеті звертає увагу,

що дані з 29 країн, які були проаналізовані вченими, зафіксували скорочення тривалості життя в минулому році в масштабах, які звели нанівець роки прогресу [1].

Статистичні дослідження індикаторів визначення рівнів епідемічної небезпеки пандемії Covid-19 за областями України нами проводились на базі оперативної інформації МОЗ України [1]. По інфікованим COVID-19 на окупованих територіях достовірних даних немає.

Для побудови множинної регресійної моделі залежності захворюваності за областями України від індикаторів визначення рівнів епідемічної небезпеки пандемії Covid-19 відповідно до постанови КМУ від 9 грудня 2020 р. № 1236 нами був вибраний показник рівень захворюваності за областями України як залежна змінна (регресанд) Y (<75 на 100 тис. нас.). Регресорами (ендогенними змінними) вибрані наступні індикатори епідемічної небезпеки: X_1 – коефіцієнт виявлення випадків інфікування (<20% / <4%), X_2 – охоплення тестуванням (>300 на 100 тис. нас.), X_3 – рівень госпіталізацій (<60 на 100 тис. нас.), X_4 – динаміка рівня госпіталізацій (<50%), X_5 – завантаженість ліжок з киснем (<65%)

Метою задачі є оцінка дії впливу факторів на рівень захворюваності Covid-19 за областями України.

Множинна регресійна модель має наступний вигляд :

$$Y_{ij} = b_0 * X_0 + b_1 * X_{1ij} + b_2 * X_{2ij} + b_3 * X_{3ij} + b_4 * X_{4ij} + b_5 * X_{5ij} + \xi_{ij}, \quad (1),$$

$i=1, N$; $j=1, m$; N - кількість спостережень, m - кількість повторних вимірювань.

В нашому дослідженні кількість спостережень дорівнює кількості областей України та м. Київ, тобто, $N=25$, кількість повторних досліджень дорівнює кількості вимірювань на тиждень, оскільки спостереження проводились 3 дні, то $m=3$.

Множинна регресійна модель за вхідними даними табл.1 будувалась засобами IBM SPSS Statistics [3]. Результати множинного регресійного аналізу наведені в табл.2, табл.3 та табл.4.

Таблиця 1.
Індикатори визначення рівнів епідемічної небезпеки відповідно до постанови КМУ від 9 грудня 2020 р. № 1236 станом на 26.10.2021.

Область	Рівень захворюваності	Коефіцієнт виявлення випадків інфікування	Охоплення тестуванням		Рівень госпіталізацій		Динаміка рівня госпіталізацій		Завантаженість ліжок з киснем								
			Дата		Дата		Дата		Дата								
			≥300 на 100 тис. нас.	23.10	24.10	25.10	≤60 на 100 тис. нас.	23.10	24.10	25.10	≤65%	23.10	24.10	25.10			
Область	Зона		23.10	24.10	25.10	23.10	24.10	25.10	23.10	24.10	25.10	23.10	24.10	25.10			
КИЇВ	3	406	6,20	6,30	6,70	3 792	3 833	3 757	87,7	90,5	90,1	50,60	45,80	35,40	59,90	63,30	65,80
Вінницька	2	299	15,40	15,40	15,60	1 134	1 189	1 225	51,8	54,6	54,5	28,90	35,90	33,00	52,30	55,00	58,00
Волинська	3	536	17,00	17,30	17,90	1 766	1 755	1 765	96,9	97,6	98,6	23,40	20,90	20,80	59,90	59,90	61,20
Дніпропетровська	4	581	20,80	20,70	21,80	1 555	1 607	1 608	107,9	111,4	111,5	21,10	22,60	18,30	71,30	74,00	75,50
Донецька	4	691	16,00	15,70	16,70	2 436	2 472	2 365	118,1	117,2	115,5	19,90	16,10	12,50	86,60	88,30	89,00
Житомирська	3	916	32,30	33,50	33,00	1 631	1 658	1 705	118,1	119,2	122,6	27,90	21,60	26,40	65,60	68,60	66,50
Закарпатська	2	209	13,90	14,00	14,50	909	911	923	38,4	37,9	39,0	23,30	19,30	17,60	47,10	46,20	47,70
Запорізька	4	872	19,00	20,20	19,70	2 418	2 429	2 574	115,5	117,4	116,1	20,90	21,70	16,30	81,70	83,30	84,80
Івано-Франківська	3	421	21,30	20,50	20,60	1 262	1 297	1 318	63,6	67,2	68,6	9,70	19,60	20,50	59,80	61,10	63,80
Київська	3	459	21,10	21,70	23,90	1 252	1 253	1 188	64,2	65,9	67,1	44,40	40,30	37,00	47,90	48,20	50,60
Кіровоградська	2	159	10,50	11,00	11,10	899	913	898	36,6	36,1	37,1	49,80	29,30	31,80	35,80	35,30	33,80
Луганська	3	1 066	22,70	22,40	22,90	2 552	2 578	2 483	94,4	92,7	91,2	20,00	17,50	15,70	51,80	52,80	54,10
Львівська	3	601	24,10	23,40	23,40	1 447	1 546	1 569	75,9	76,7	77,2	7,90	8,40	8,30	64,10	65,80	66,80
Миколаївська	4	436	15,30	16,60	17,00	1 526	1 622	1 686	96,3	103,6	103,4	36,80	48,40	48,50	71,80	75,80	77,00
Одеська	4	816	21,70	20,90	21,50	1 999	2 055	2 031	87,2	89,0	87,5	18,20	21,70	15,50	78,30	79,60	80,00
Полтавська	2	636	17,70	18,30	19,90	2 322	2 249	2 174	49,4	50,2	52,6	10,90	9,30	15,80	48,40	50,10	54,60
Рівненська	4	690	24,60	25,10	25,50	1 606	1 599	1 622	81,2	84,9	83,0	43,40	47,30	37,40	66,40	69,40	70,20
Сумська	4	1 101	37,00	38,00	37,40	1 654	1 686	1 703	103,0	103,9	106,7	17,60	15,70	20,30	78,60	80,10	82,00
Тернопільська	3	658	24,70	24,80	24,40	1 560	1 572	1 590	55,2	59,6	59,9	26,50	45,90	45,10	57,60	51,80	51,50
Харківська	3	713	15,10	16,30	14,90	2 259	2 286	2 466	92,8	97,1	98,2	-8,30	-3,70	-1,70	64,10	64,80	64,40
Херсонська	4	1 226	26,00	27,10	27,80	2 532	2 591	2 647	142,4	140,9	140,9	20,90	20,00	17,60	74,00	75,10	78,10
Хмельницька	3	801	22,80	24,10	23,60	2 027	2 146	2 226	95,4	100,8	103,3	23,20	27,50	32,00	63,20	66,10	69,30
Черкаська	3	579	23,30	22,00	23,10	1 416	1 494	1 496	53,6	54,7	54,3	34,70	27,30	18,20	50,00	52,50	51,20
Чернівецька	3	858	19,10	17,70	17,00	2 245	2 467	2 636	94,7	97,1	96,5	15,30	20,10	18,10	55,20	56,00	57,20
Чернігівська	3	618	22,50	25,90	25,90	1 521	1 520	1 552	99,0	99,3	97,3	30,70	27,80	17,20	56,80	57,60	60,30
АР Крим	відсутні дані																
м.Севастополь	відсутні дані																

Таблиця 2

Сводка для модели^b

Модель	R	R-квадрат	Скорректиро- ванный R-квадрат	Стандартная ошибка оценки
1	,944 ^a	,892	,884	89,68992

а. Предикторы: (константа), X5, X4, X1, X2, X3

б. Зависимая переменная: Y

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,884$. Це означає, що 88,4% варіації рівня захворюваності (Y) пояснюється варіацією досліджуваних індикаторів епідемічної небезпеки, факторів X1, X2, X3, X4, X5. Даний відсоток є досить прийнятним для подальшого дослідження моделі.

Статистична значущість рівняння в цілому оцінюється за допомогою числа «Значимость F» таблиці «ANOVA» (табл.3). Так як «Значимость F»=0, що менше за рівень значущості $\alpha = 0,05$, то рівняння є статистично значущим.

Таблиця 3

ANOVA^a

Модель	Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Значимость
1 Регрессия	4569724,041	5	913944,808	113,614	,000 ^b
Остаток	555055,479	69	8044,282		
Всего	5124779,520	74			

а. Зависимая переменная: Y

б. Предикторы: (константа), X5, X4, X1, X2, X3

Оцінку статистичної значущості параметрів моделі проведемо за даними табл. 4.

Таблиця 4

Коэффициенты^a

Модель	Нестандартизо- ванные коэффициенты		Стандар- тизо- ванные коэффи- циенты	T	Значи- мость	95,0% Доверительный интервал для B	
	B	Стандарт- ная ошибка	Бета			Нижняя граница	Верхняя граница
1 (Конст анта)	-306,173	75,301		-4,066	,000	-456,394	-155,951
X1	28,716	2,043	,702	14,054	,000	24,640	32,792
X2	0,210	,023	,510	9,295	,000	,165	,256
X3	2,489	,752	,254	3,311	,001	,989	3,988
X4	-3,322	,852	-,159	-3,901	,000	-5,021	-1,623
X5	-2,541	1,328	-,123	-1,913	,060	-5,191	,108

а. Зависимая переменная: Y

Для коефіцієнтів b_0 («Константа»), b_1 , b_2 , b_4 «Значимість» = 0, для коефіцієнта b_3 «Значимість» = 0,01, що менше за рівень значущості $\alpha = 0,05$, отже, дані параметри є статистично значущими. Рівень значущості для параметра b_5 незначно вищий $\alpha = 0,05$, він дорівнює 0,06, тому цей параметр є також статистично значущим.

Таким чином, за вхідними даними табл. 1, регресійна модель залежності рівня захворюваності за областями України від індикаторів визначення рівнів епідемічної небезпеки пандемії Covid-19 має вигляд:

$$Y = -306,173 + 28,716 * X_1 + 0,21 * X_2 + 2,489 * X_3 - 3,322 * X_4 - 2,541 * X_5, \quad (2).$$

Як свідчать результати регресійного аналізу (табл.2 – табл.4) модель (2) адекватна, а параметри моделі (2) статистично значущі. Подальший статистичний аналіз має виявити інші суттєві фактори, що впливають на кількість інфікованих в Україні: перелік протиепідемічних заходів, запроваджених в окремих областях, та культуру їх дотримання; щільність населення; стан системи охорони здоров'я та ін. [5, 6].

Список використаних джерел

1. Jose´Manuel Aburto, Jonas Scholey, Ilya Kashnitsky, LuyinZhang, Charles Rahal, Trifon IMissof, Melinda CMills, Jennifer BDowdand Ridhi Kashyap. Quantifying impacts of the COVID-19 pandemic through life-expectancy losses: a population-level study of 29 countries. *International Journal of Epidemiology*, 2021, P. 1–12.
2. Індикатори визначення рівнів епідемічної небезпеки відповідно до постанови КМУ від 9 грудня 2020 р. № 1236. Станом на 25.10.2021. . URL: <https://moz.gov.ua/article/news/oznaki-dlja-viznachennja-regionu-zi-znachnim-poshirenjam-covid-19>
3. IBM SPSS Statistics. URL: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>.
4. StatSoft – Академія аналізу даних. URL: <http://statsoft.ru/>.
5. Перхун Л. П., Товмаченко Н. М. Статистичні аспекти аналізу динаміки інфікованих на COVID-19 в Україні. Нові джерела та методи поширення даних у статистиці: матеріали XVIII Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди Дня працівників статистики. Київ: «Інформаційно-аналітичне агентство», 2020. С. 116-120.
6. Pashko A. O., Lukovych O. V., Rozora I. V., Oleshko T. A. and Vasylyk O. I., Analysis of simulation methods for fractional Brownian motion in the problems of intelligent systems design. // 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine. –2019. – P.373–378.