



<https://doi.org/10.15407/eip2022.01.052>

УДК 338.2:614.2: 614.4

JEL: H510; H75; I180

Олена Герасімова¹

Ольга Герасімова²

**ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ОЦІНКИ
ЕПІДЕМІОЛОГІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ТА ПОСИЛЕННЯ
ОБМЕЖУВАЛЬНИХ ЗАХОДІВ В УМОВАХ АДАПТИВНОГО
КАРАНТИНУ, ВИКЛИКАНОГО ПОШИРЕННЯМ COVID-19**

Розглянуто проблему ефективності реагування держави на виклики для системи охорони здоров'я, що обумовлені поширенням інфекції, викликані SARS-CoV-2. Проведено аналіз міжнародних економічних досліджень, що стосуються впливу на соціально-економічну систему загалом та систему охорони здоров'я зокрема. Виявлено, що переважно вони розглядають вплив різноманітних факторів на поширення коронавірусу чи його наслідки для окремих сегментів або економічної системи загалом, реагування системи прийняття рішень на варіанти поширення інфекції або моделюють різні сценарії на виклики перед системою охорони здоров'я. Проте в дослідженнях не розкрито питання, які критерії повинні застосовуватись при уведенні обмежувальних заходів або які зміни потрібно внести до системи оцінювання загроз для мінімізації навантаження на медичну систему. Тому автори проаналізували діючу національну систему індикаторів, що використовуються для визначення регіонів зі значним поширенням SARS-CoV-2. На основі ретроспективного аналізу попередніх хвиль поширення коронавірусу в Україні та уведення через це карантинних обмежень було встановлено, що прийняття рішення щодо посилення карантинних обмежень відбувалось зі значною затримкою. Це призводило до перенавантаження медичної системи та надлишкових госпіталізацій, яких можна було б уникнути при завчасному введенні карантину. Виявлено, які

¹ Герасімова, Олена Аркадіївна – науковий співробітник, ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України" (вул. П. Мирного, 26, Київ, 01011), ORCID: 0000-0003-3278-1051, e-mail olena.herasimova@gmail.com

² Герасімова, Ольга Володимирівна – молодший науковий співробітник, ДУ "Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва НАМН України" (вул. Саксаганського, 75, Київ, 02000), ORCID: 0000-0001-5339-4291, e-mail olgagerasimova188@gmail.com



зміни в методиці оцінювання потрібно здійснити для вчасного посилення карантинних обмежень. Проведено оцінку заповнення лікарняного фонду за умови вчасного уведення карантину на прикладі м. Київ та вартості надлишкових госпіталізацій. Запропоновано зміни в діючій методиці оцінки регіонів зі значним поширенням SARS-CoV-2, які передбачають уведення додаткових показників та кількісні зміни для існуючих індикаторів.

Ключові слова: карантинні заходи; пандемія; система прийняття рішень; рівень госпіталізації; ПЛР-тестування; перевантаженість лікарень

Ефективна протидія поширенню вірусної інфекції, викликаной коронавірусом SARS-CoV-2, є одним з нагальних завдань держави загалом та системи охорони здоров'я зокрема. На систему охорони здоров'я та Кабінет Міністрів України покладено обов'язки щодо розроблення методики визначення ознак ступеня поширення коронавірусу в регіонах. В Україні задля мінімізації ризиків не тільки для системи охорони здоров'я, а й економіки загалом із лютого 2021 р. запроваджено стратегію адаптивного карантину, що передбачає уведення "зеленого", "жовтого", "помаранчевого" та "червоного" рівнів епідеміологічної безпеки. Низький рівень вакцинації населення, посилення сезонних факторів, різдвяно-новорічні свята, поява нового штаму Омикрон, що вирізняється вищою трансмісією, створили додаткові ризики для медичної системи взимку та навесні 2022 р. Динаміка поширення коронавірусу під час третьої (у лютому–квітні 2021 р.) хвилі, викликаной британським штамом, та четвертої (у вересні–грудні 2021 р.) хвилі, викликаной штамом Дельта, виявила низку прогалин у системі прийняття рішень, через що уведення більш жорстких обмежень відбувалося зі значним запізненням. Тому аналіз показників, які беруться до уваги при визначенні регіонів зі значним поширенням COVID-19, має першочергове значення.

Існуючі моделі прогнозування поширення коронавірусної хвороби майже виключно зосереджені на показниках загальної захворюваності та смертності внаслідок інфікування вірусом. При цьому значно менше уваги приділяється прогнозуванню навантаження на лікарняний фонд та вчасному впровадженню урядом та місцевою владою заходів для недопущення колапсу медичної системи.

Метою цього дослідження є виявлення недоліків існуючої методики оцінювання епідеміологічної ситуації, які проявляються під час висхідної хвилі зі стрімким зростанням нових випадків, що призводить до затримки уведення обмежувальних заходів та надмірного навантаження на лікарняний фонд.



У цій роботі ми розглядаємо основні показники, що використовуються МОЗ для посилення карантину, та на основі ретроспективного аналізу попередніх хвиль пропонуємо внесення змін до існуючої методики запровадження обмежувальних заходів з метою зменшення навантаження на медичну систему. Введення додаткових індикаторів на додачу до існуючих показників дасть можливість більш ефективно передбачити наближення максимуму спроможностей медичної системи та запровадити своєчасне посилення карантину.

Аналіз досліджень. Через поширення пандемії SARS-CoV-2 в різних країнах є чимало публікацій, що стосуються різних аспектів впливу пандемії на економіку країн. Вітчизняні економічні дослідження в основному акцентували увагу на питаннях впливу пандемії на окремі сектори економіки, механізми стимулювання, досвід зарубіжних країн у подоланні наслідків карантинних заходів [1, 2]. Розглядалися питання бюджетних можливостей для налагодження випуску власних вакцин, вдосконалення системи прийняття рішень для протидії COVID-19 за допомогою державного регулювання на основі аналізу заходів, що проводились різними країнами, викликів для системи охорони здоров'я, які пов'язані із запровадженням обмежувальних заходів, рівня тестування тощо [3–5].

Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на основі часових рядів регулярно розробляється Інститутом проблем математичних машин і систем НАН України [6]. Хоча в аналітичній частині цього прогнозу використовуються дані не тільки щодо захворюваності чи смертності, а й щодо кількості госпіталізованих пацієнтів за попередні періоди, проте в його прогнозній частині відсутні дані щодо потенційного заповнення лікарень. Також зазначений прогноз не враховує уведення карантинних обмежень, які суттєво впливають на динаміку захворюваності та госпіталізацій. А головне – він не дає відповіді на запитання, що потрібно змінити в системі прийняття рішень щодо посилення карантинних обмежень для уникнення перенавантаження медичної системи, що ми спостерігаємо під час кожної нової хвилі коронавірусу на місцевому або всеукраїнському рівнях.

Проблема ефективності системи прийняття рішень при застосуванні різних сценаріїв реагування на поширення коронавірусної інфекції притаманна не лише Україні. Так, іще у першу хвилю пандемії, викликану уханьським штамом вірусу, стався колапс медичної системи в Італії, Франції, Іспанії, США. Різке зростання кількості госпіталізацій, відсутність забезпечення всіх ліжок киснем та переповнені лікарні призвели до високого рівня смертності в європейських країнах. Проте, навіть врахувавши досвід першої хвилі пандемії, під час нових хвиль країни час від часу втрачають спроможність забезпечити лікарняний догляд усім пацієнтам, які його потребують. Тому досі продовжується пошук оптимальних рішень для упередження перевищення максимуму спроможностей медичної системи.



Так, у США було проведено дослідження різних траєкторій госпіталізації залежно від сценарних умов (рівня вакцинації, вікових груп, поведінки населення) та реагування системи прийняття рішень на зростання кількості хворих, за якого було розроблено певні правила, які місцеві громади можуть використовувати для прогнозування госпіталізацій упродовж 1–2 місяців [7].

У Бразилії у 2020 р. було проаналізовано державні витрати на госпіталізацію для лікування COVID-19. У результаті дослідження в тому числі було встановлено, що рівень летальних випадків серед госпіталізованих зростає у регіоні з більш високим рівнем госпіталізацій. Також підвищувався середній термін перебування в лікарні та середня вартість лікування. Отже, зростання навантаження на медичну систему провокує інші взаємозалежні негативні наслідки [8].

В іншому дослідженні було показано, що своєчасне блокування соціальних контактів може розділити пік госпіталізацій на два менш віддалені піки, подовжуючи загальну тривалість пандемічної хвилі та зменшуючи навантаження на медичну систему [9]. При розгляді сценаріїв розповсюдження пандемії в межах федерального округу Бразилії було показано високий вплив заходів соціального дистанціювання на потребу в ліжках у відділенні інтенсивної терапії [10].

Польські дослідники, аналізуючи дві стратегії боротьби з коронавірусом – нульову толерантність (Китай, Південна Корея, Японія) та придушення (країни Європи, США), – дійшли висновку, що інтенсивне відстеження контактів та збільшення кількості тестувань при одночасному зниженні коефіцієнта позитивності дозволяє знизити коефіцієнт передачі до значення, меншого за одиницю, не посилюючи при цьому обмежувальні заходи [11]. Подібне дослідження стратегій обмежень (ліквідації та придушення/пом'якшення) було здійснено німецькими вченими – згідно з ним переваги зростання від реалізації стратегії ліквідації стають опосередковано помітними через рівень смертності, оскільки ці країни фіксують близькі до нуля показники смертності [12]. Навпаки, країни, що дотримувалися стратегії придушення/пом'якшення (особливо невеликі країни, як-от Швейцарія, Угорщина, Чехія та Словенія), показували зменшення загальних випадків на тлі зростання рівня смертності.

Під час дослідження впливу обмежень мобільності на ВВП регіонів італійськими вченими було встановлено тісну кореляцію між зменшенням мобільності та зниженням ВВП на душу населення, причому такий вплив спостерігався незалежно від економічного розвитку італійських провінцій [13]. Такий тісний зв'язок може слугувати критерієм попередньої оцінки негативного впливу обмежень на економічний стан регіонів практично в режимі реального часу до оприлюднення офіційних статистичних даних стосовно ВВП, які публікуються зі значною затримкою. Подібний підхід було використано при створенні багатофакторної моделі щомісячного



виробництва промислової продукції для економічного моніторингу на основі даних про мобільність [14].

Іспанські дослідники порівнювали різні сценарії протидії поширенню пандемії – такі, як збільшення кількості тестувань та уведення жорстких карантинних обмежень [15]. І перший, і другий сценарії передбачають зменшення нових випадків захворювання, госпіталізацій та смертей. Проте в першому випадку потрібно збільшувати витрати задля зростання пропускної спроможності тестування. Другий сценарій загрожує такими негативними наслідками, як падіння ВВП, зниження економічної активності населення, якості освіти, занепад окремих видів економічної діяльності, що в результаті може стати набагато вартіснішим. Відтак постає питання, яким чином потрібно комбінувати різні сценарії для мінімізації негативного впливу на економіку та здоров'я людей. Разом із тим британські дослідники встановили, що непродумане продовження карантинних заходів призводить до збільшення витрат, які в декілька разів перевищують вигоди від потенційно збережених життів [16].

Дослідження факторів ризику поширення інфекції на прикладі окремих регіонів Іспанії показало значущість демографічної структури населення, рівня урбанізації та інтенсивності соціально-економічної діяльності [17]. Це пов'язано насамперед із збільшенням кількості соціальних взаємодій у великих містах, де зосереджена відповідна соціально-економічна діяльність (наприклад, торгово-розважальні центри). Відтак і підходи щодо введення обмежувальних заходів у різних частинах регіону повинні відрізнятися відповідно до ступеня ризиків. Такі висновки мають значення і для України, коли наслідки використання єдиних узагальнених критеріїв оцінки розповсюдження коронавірусної інфекції при посиленні обмежувальних заходів для окремих регіонів суттєво різняться. У той час, як окремі регіони (переважно мегаполіси) під час чергової хвилі потерпають від перенавантаження медичної системи, в інших проходження хвилі відбувається за більш оптимістичним сценарієм. Масштабне дослідження 500 міст США показало, що ризики смертності зростають у тих громадах, де відсоток хронічних захворювань є вищим [18]. Якщо хронічні захворювання пов'язані з несприятливим оточуючим середовищем (забрудненням повітря чи води, економічною нестабільністю, низькою доступністю та якістю медичної допомоги, соціальною напругою тощо), то такі регіони потрібно відносити до територій із потенційно високим рівнем смертності та ризиком поширення коронавірусної хвороби. Для українських реалій така диференціація також була би доцільною.

Серед нових підходів, які застосовуються для дослідження негативного впливу COVID-19, слід відзначити біоекономічну оптимізацію, що поєднує епідеміологічний та економічний підходи та враховує багатокритеріальні рішення. Прикладом такого підходу є моделювання дослідниками зняття карантину для Тулузи – французького міста із 475 000



мешканцями – за різними сценаріями та оцінка найкращих довгострокових стратегій для встановлення того, які політичні важелі потрібно використовувати для мінімізації негативного довгострокового впливу [19]. Біоекономічний підхід враховує як демографічні, так і соціально-професійні профілі жителів і зосереджується на компромісах між обмеженнями економічного впливу та добробутом різних груп громадян. Основні результати цього дослідження полягають у тому, що розробники політики повинні більше зосередитися на індивідуальній поведінці, ніж на спробах оптимізувати стратегію блокування. Соціальне дистанціювання визнано ключовим параметром для обмеження поширення захворювань. Таким чином, головна проблема полягає в тому, щоб підтримувати соціальну дистанцію за допомогою відповідної індивідуальної поведінки без надмірного примусового соціального дистанціювання, яке впроваджується урядом, що дуже часто пов'язано з високим економічним впливом. У країнах з поганими соціально-економічними умовами жорсткі заходи соціального дистанціювання та щедрі програми підтримки доходів зменшують кількість випадків і смертей. Разом із тим при прийнятті рішень щодо уведення жорстких обмежень насичення лікарень і громадське здоров'я залишаються ключовим політичним ризиком відмови від політики карантину.

Іншим прикладом біоекономічної оптимізації є включення соціальних детермінант у компартментальні біологічні моделі, що може покращити прогнозу силу та точність моделювання як щодо динаміки зараження, так і тяжкості відповідної епідемії. Більше того, це може допомогти нам зрозуміти вплив різних режимів соціального забезпечення на ефективність певного набору обмежувальних заходів, які запроваджуються урядами. Так, британські дослідники як соціальні детермінанти використовували умови зайнятості, умови проживання, а також доступ і якість інфраструктури охорони здоров'я [20]. Включення соціальних детермінант до стандартних біологічних моделей дозволяє покращити точність прогнозування та пояснює суттєві відмінності в показниках госпіталізацій та смертності в межах однієї країни.

Україна для боротьби з поширенням COVID-19 обрала стратегію адаптивного карантину, що передбачає моніторинг епідеміологічної ситуації в регіонах та призначена для уведення обмежувальних заходів для упередження колапсу медичної системи. Такий підхід дозволяє гнучко підходити до введення обмежень у різних регіонах та запроваджувати їх на більш короткий термін, зважаючи на епідеміологічну ситуацію. Проте попри наявність прозорої методики, її застосування не запобігає перенавантаженню медичної системи, а посилення карантинних обмежень відбувається зі значною затримкою.

Стрімке поширення коронавірусної інфекції навесні 2021 р. призвело до колапсу медичної системи в окремих регіонах. Швидкість заповнення



ліжок значно перевищувала можливості медичної системи. Внаслідок нестачі ліжко-місць сортування хворих фактично відбувалося ще на етапі виклику карет швидкої допомоги. А в лікарнях лікарі були змушені скорочувати перебування хворих на лікарняних ліжках для охоплення більшої кількості пацієнтів, які потребують допомоги. Таку ж ситуацію ми спостерігали в окремих регіонах України (Львівській, Одеській, Харківській, Херсонській, Миколаївській областях) під час четвертої хвилі, викликаній штамом Дельта, що характеризується більш стрімким розвитком хвороби і ускладнень та вражає молодших пацієнтів. Отже, швидкість заповнення ліжок також була більшою, ніж під час попередніх хвиль.

Огляд чинної національної методики оцінки регіону зі значним поширенням COVID-19

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 09.12.2020 №1236 "Про встановлення карантину та запровадження обмежувальних протиепідемічних заходів з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2" [21], основними показниками, значення яких беруться до уваги при встановленні рівня епідемічної небезпеки, є такі індикатори, як:

- кількість виявлених нових випадків інфікування COVID-19 на 100 тис. населення;
- коефіцієнт виявлення випадків інфікування COVID-19 (методом полімеразної ланцюгової реакції та експрес-тесту на визначення антигена коронавірусу SARS-CoV-2);
- кількість тестувань методом полімеразної ланцюгової реакції та експрес-тесту на визначення антигена коронавірусу SARS-CoV-2;
- завантаженість ліжок, забезпечених подачею медичного кисню у закладах охорони здоров'я, визначених для госпіталізації пацієнтів з підтвердженим випадком COVID-19;
- кількість госпіталізованих пацієнтів із підтвердженим та підозрілим випадком COVID-19 протягом останніх семи днів на 100 тис. населення;
- рівень зростання загальної кількості госпіталізованих пацієнтів із підтвердженим та підозрілим випадком COVID-19 протягом останніх семи днів порівняно з попереднім аналогічним періодом.

Такі індикатори загалом непогано відображають зміни в рівні епідемічної небезпеки, проте у випадку стрімкого поширення інфекції відбувається затримка зміни показників. Це обумовлено такими чинниками.

1. При стрімкому поширенні інфекції у період зростання хвилі темпи тестування значно відстають від темпів захворювання. Оскільки Україна робить значно менше тестів, ніж розвинені країни, то кількість виявлених нових випадків інфікування залежить від обсягів тестування. Отже, на висхідній ділянці хвилі значення показника захворюваності є заниженим.



2. У більшості країн для визначення коефіцієнта випадків інфікування COVID-19 використовуються лише тести, зроблені методом полімеразної ланцюгової реакції, оскільки експрес-тест на визначення антигена коронавірусу є допоміжним дослідженням. Тому реальний коефіцієнт виявлення випадків інфікування є значно вищим за ті значення, що використовуються для визначення рівня епідеміологічної небезпеки.

3. Для оцінки реальної картини з рівнем коефіцієнта виявлення випадків інфікування беруться дані всіх лабораторій, які роблять ПЛР-тести, в тому числі приватних. Завдяки цьому значення коефіцієнта занижується. Насправді рівень розповсюдження хвороби визначається в першу чергу рівнем позитивності, який отримується в результаті тестування в безкоштовних державних обласних лабораторних центрах. Високий рівень позитивності в них свідчить не лише про поширення інфекції в регіоні, а й про недостатній рівень тестування, коли зразки в лабораторію доправляються лише у випадку наявної клінічної картини ковіду.

Через виникнення нових, більш контагіозних штамів країни змінюють підходи щодо протоколів обов'язкового тестування контактних осіб. Так, у Польщі запроваджується обов'язкове тестування всіх, хто проживає з інфікованим на COVID-19, навіть незалежно від наявності довідки про вакцинацію або захворювання у минулому [22, 23]. Також створюються можливості для тестування працівників широкого кола професій. При цьому потужності польської системи охорони здоров'я становлять близько 200 тис. тестів на день [24]. Натомість в Україні контактні особи (члени родини хворого, які мешкають разом із ним) за відсутності симптомів позбавлені можливості пройти безкоштовне тестування. У великих містах (Києві, Дніпрі, Харкові, Одесі, Львові) матеріальні можливості частини мешканців дозволяють зробити відповідні тести власним коштом у наявних приватних лабораторіях. Проте для більшості регіонів державні лабораторні центри є єдиним способом проведення тестування та й фінансовий стан їх мешканців значно гірший.

У більшості країн рівень позитивності, вищий за 10%, означає такий стан поширення інфекції, коли необхідно вводити жорсткі обмеження. В Україні на піку зростання під час весняної хвилі 2021 року рівень позитивності ПЛР-тестування в окремі дні сягав 40–45% (восени 2020 р. найбільша позитивність перебувала на рівні 43%). Під час нинішньої хвилі, викликані штамом Дельта, були зафіксовані показники загальної позитивності ПЛР-тестування на рівні 48% (дані за 1.11.2021).

Якщо розглянути статистику тестування обласними лабораторними центрами, що є доступною на сайті Центру громадського здоров'я МОЗ³, у

³ Коронавірусна інфекція COVID-19 / Центр громадського здоров'я МОЗ України.
URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/inshi-infekciyni-zakhvoryuvannya/koronavirusna-infekciya-covid-19>

розрізі регіонів України, то побачимо, що позитивність станом на 13.10.21 в більшості регіонів перевищує 40% (рис. 1).

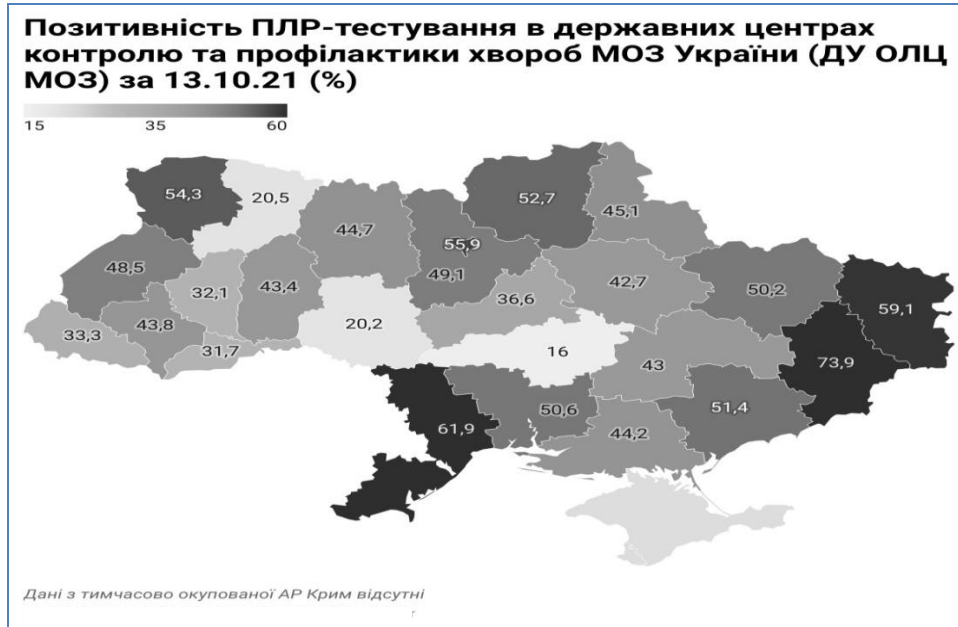


Рис. 1. ПЛР-тестування у регіонах України станом на 13.10.21
Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних ЦГЗ МОЗ.

За два тижні ситуація значно погіршилась, і понад половину регіонів мали позитивність ПЛР-тестування вище за 50%, а в Одеській та Херсонській областях вона перевищила 60% (рис. 2).

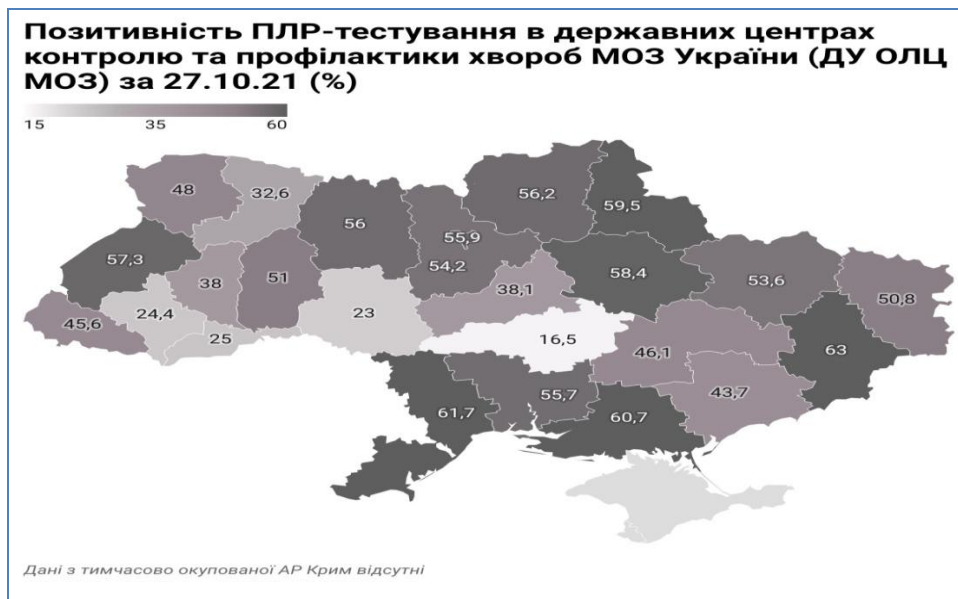


Рис. 2. ПЛР-тестування у регіонах України станом на 27.10.21
Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних ЦГЗ МОЗ.



Таким чином, показник позитивності ПЛР-тестування, що проводиться державними лабораторними центрами, реагує на зміни в розповсюдженні інфекції чутливіше за узагальнюючий показник ПЛР-тестів та тестів на антиген, який сьогодні використовується у методиці МОЗ.

Хоча тести на антиген допомагають відслідковувати поширення коронавірусу на ранніх стадіях захворювання, на думку авторів, їх не варто включати в методику оцінки епідеміологічної ситуації при прийнятті рішень про посилення карантину. По-перше, показник охоплення населення тестуванням насамперед має означати спроможність держави забезпечити достатній рівень ПЛР-тестування в державних лабораторних центрах, а тести на антиген є лише допоміжним засобом, що дозволяє зменшити навантаження системи за відсутності у людини симптомів захворювання. По-друге, оскільки такі тести проводяться поза межами лабораторій, контроль якості забору матеріалу також відсутній, отже, знижується достовірність результату (це ж відбувається і коли біоматеріал для ПЛР-тестів відбирає непідготовлений персонал [25]). По-третє, частину тестів на антиген проводять у випадку, коли людина потребує стаціонарного лікування, не пов'язаного з коронавірусною хворобою, або санаторного лікування, або в аеропортах тощо. Тому низька позитивність тестів на антиген не може відображати реальну картину поширення хвороби, оскільки використовується для великої групи осіб, які не підпадають під категорію підозри захворювання на коронавірусну інфекцію. Крім того, низка досліджень показує, що, на відміну від ПЛР-тестів, до 20% тестів на антиген показують хибнонегативний результат [26, 27].

Згідно з постановою КМУ, коефіцієнт виявлення випадків інфікування COVID-19 вираховується за формулою:

$$k_p = \frac{PCR_p + AG_p}{PCR_{tot} + AG_{tot}}, \quad (1)$$

де PCR_p та AG_p – кількість позитивних (positive) ПЛР- та Антиген-тестів відповідно, а PCR_{tot} та AG_{tot} – загальна кількість (total) проведених ПЛР- та Антиген-тестувань.

При цьому у випадку ПЛР-тестування показники PCR_p та PCR_{tot} складаються з двох частин:

$$PCR_p = PCR_p^{new} + PCR_p^{rt} \quad (2)$$

$$PCR_{tot} = PCR_{tot}^{new} + PCR_{tot}^{rt}, \quad (3)$$

де відповідні доданки рівняння (2) означають кількість нових виявлених випадків та кількість позитивних випадків унаслідок проведення ретестування, а рівняння (3) – загальну кількість нових випадків та загальну кількість проведених ретестувань.

Вочевидь, що у коефіцієнті виявлення випадків інфікування результати ретестування не повинні враховуватись.

Отже, розрахунок коефіцієнта k рівняння (1) мав би виглядати так:

$$k_p = \frac{PCR_p^{new}}{PCR_{tot}^{new}} \quad (4).$$

Для контролю поширення інфекції також доцільно використовувати модифікований коефіцієнт виявлення випадків інфікування, при розрахунку якого беруться лише дані державних лабораторних центрів:

$$k'_p = \frac{PCR_p^{new}(gov)}{PCR_{tot}^{new}(gov)}, \quad (5)$$

де $PCR_p^{new}(gov)$ та $PCR_{tot}^{new}(gov)$ відповідно – нові виявлені випадки та нові проведені тестування, що здійснювались державними обласними лабораторними центрами.

Значна розбіжність між значенням коефіцієнтів k_p та k'_p свідчатиме про недостатній рівень охоплення тестуванням у державних центрах і – відтак – про неконтрольоване поширення епідемії.

Коли позитивність ПЛР-тестування стає високою, офіційна кількість нових випадків виявляється суттєво заниженою відносно реальної кількості хворих. Тоді для оцінки кількості нових випадків варто скористатися показниками госпіталізації (за умови достатньої кількості вільних місць у лікарнях, про що йтиметься нижче). Зазвичай у попередні хвили частка госпіталізованих становила менше 0,2, або 20% від загальної кількості хворих (у закордонних дослідженнях вважається, що частка госпіталізованих осіб не перевищує 5–10% від загальної кількості хворих). На початку нової хвилі (друга половина серпня 2021 р.), викликаній штамом Дельта, в деяких регіонах спостерігалась аномальна картина – кількість госпіталізованих за тиждень наближалася до кількості виявлених хворих за той самий період, і навіть була більшою (наприклад, у Києві у другій половині жовтня 2021 р. частка госпіталізованих коливалась у межах 35–45% від офіційно виявлених хворих). Це свідчить про суттєве заниження офіційних даних, які не відображають реальної картини поширення хвороби.

Усього з 1.08.2021 по 1.11.2021 до ковідних лікарень було госпіталізовано 180 тис. пацієнтів, хоча офіційно захворіло 683 тис. Навіть якщо частка госпіталізацій становила 20% від загальної кількості хворих, то офіційна статистика є заниженою щонайменше на 200 тисяч. Отже, в умовах високого рівня позитивності ПЛР-тестування показник виявлення нових випадків захворювання перестає бути релевантним. Тому, коли позитивність тестування зростає і кількість виявлених хворих виявляється заниженою, за рівнем госпіталізацій можна оцінити реальну кількість хворих за певний період. Проте це спрацьовує лише тоді, коли наповнюваність лікарень дозволяє безперешкодно покласти на лікування нових хворих. В умовах майже повного заповнення пацієнтами ковідного фонду ситуація змінюється і відбувається перехід до т.зв. "Walking ghost phase" – стану хибного покращення, який передуює колапсу системи. Це може набувати таких форм, як:

– зниження кількості госпіталізацій, оскільки розміщувати нових хворих немає де;

– зниження динаміки госпіталізацій;
 – зміна протоколів госпіталізації, коли сортування пацієнтів відбувається не лише в межах медичного закладу, а й на етапі виклику швидкої та спроби госпіталізації до лікарні.

Таким чином, коли система в регіоні наближається до колапсу, індикатори (рівень госпіталізацій та динаміка рівня госпіталізацій) тимчасово демонструють зниження значень, що відтерміновує перехід регіону до червоної зони. Слід зазначити, що такі зміни відбуватимуться паралельно зі зростанням кількості хворих, які потребують кисневої підтримки, та кількості хворих, які перебувають у відділеннях реанімації та інтенсивної терапії (ВРІТ). У такій ситуації важливо доповнити систему індикаторів додатковими параметрами, що забезпечать своєчасне реагування на спалах епідемії в регіоні.

Крім того, коли в регіоні розгортаються додаткові ліжка для розміщення нових хворих, показник заповнення ліжок з киснем також тимчасово знижується. Тому регіон також може відтермінувати уведення більш жорстких обмежень, проте це аж ніяк не свідчитиме про покращення епідеміологічної ситуації.

Під час останньої осінньої хвилі 2021 року, що була викликана штамом Дельта, найбільша кількість захворювань та госпіталізацій спостерігалась у Дніпропетровській, Харківській областях та у м. Київ (рис. 3).

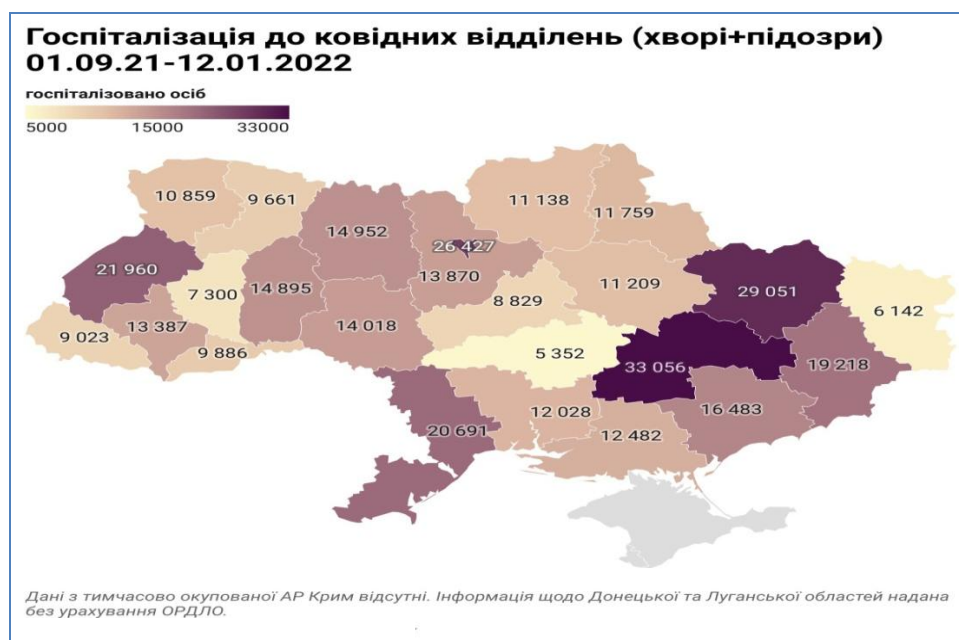


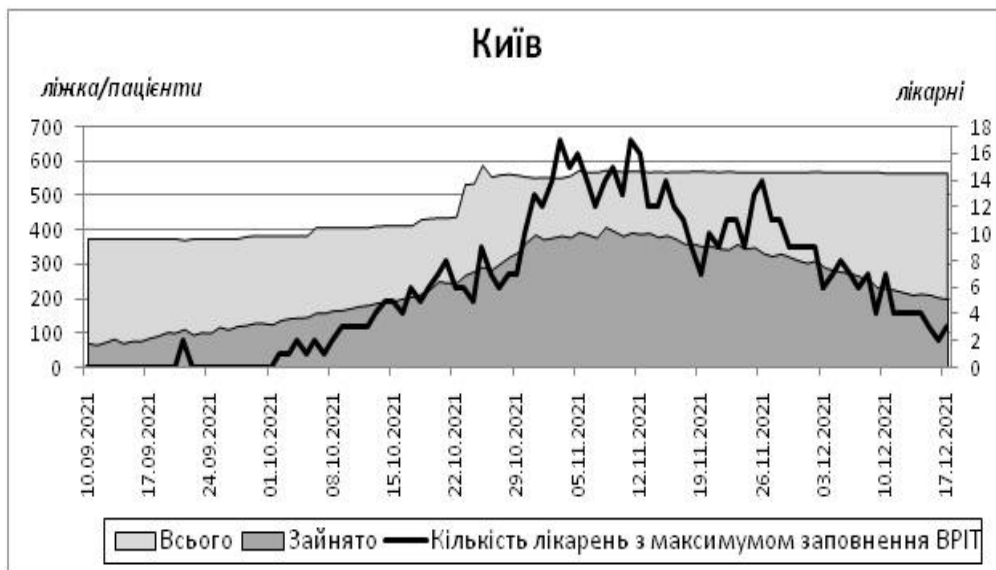
Рис. 3. Загальна кількість госпіталізованих осіб під час осінньої хвилі 2021 р.

Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних МОЗ.



Проте рішення про посилення обмежувальних заходів у Дніпропетровській області та Києві були введені з затримкою, а Харківська область взагалі їх не ввела, попри перенавантаження медичної системи.

Динаміка заповнення ВРІТ на прикладі найбільш завантажених регіонів (Києва, Дніпропетровської області та Кривого Рогу) показує, що з певного моменту кількість лікарень, які вичерпали свої можливості, максимально заповнивши реанімації, починає зростати, попри загальне збільшення ліжко-місць (рис. 4). Для Києва це відбулося 8–9 жовтня, для Кривого Рогу та Дніпропетровської області загалом – 1–2 жовтня.



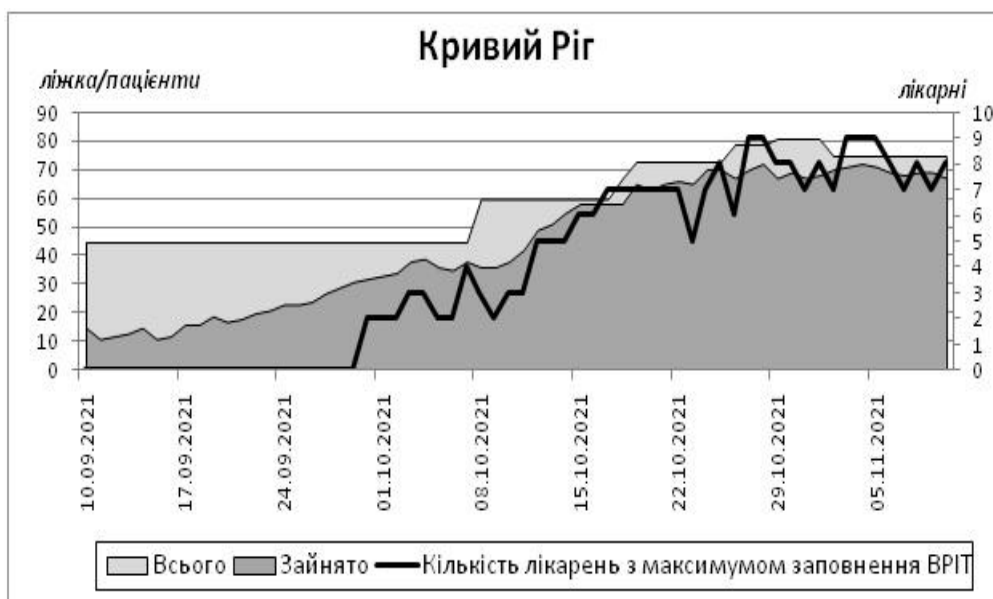


Рис. 4. Госпіталізації та заповнення ВРІТ восени 2021 р.

Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних МОЗ.

Натомість, переведення Дніпропетровської області до червоної зони відбулось лише з 16 жовтня, Києва – з 1 листопада. Це означає, що затримка з прийняттям рішення становить 2–3 тижні. У Харківській області в жовтні у 12–13 лікарнях були постійно максимально заповнені ВРІТ (з них щоденно 7–8 лікарень у Харкові). Попри таке перенавантаження, рішення щодо переведення міста до червоної зони так і не було прийнято. Такі приклади наочно демонструють, що система прийняття рішень про посилення карантинних обмежень повинна бути доповнена моніторингом кількості лікарень, які досягли свого максимуму заповнення ВРІТ, а не лише використовувати усереднені дані по всіх лікарнях регіону, які не відображають реальної картини.

Окремо варто відзначити неузгодженість у підрахунку даних щоденної кількості нових випадків захворювання. Так, кількість нових випадків захворювання, що базуються на щоденних даних проведених первинних тестувань, які поступають від сертифікованих лабораторій та оприлюднюються Центром громадського здоров'я МОЗ (ЦГЗ МОЗ) України, суттєво відрізняються від звітів МОЗ України (рис. 5).



Рис. 5. Показники щоденного виявлення нових випадків захворювання на коронавірус в Україні

Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних ЦГЗ МОЗ та оперативної інформації МОЗ про поширення та профілактику COVID-19.

Така невідповідність унеможливує використання кількості нових випадків як індикатора визначення рівня захворюваності у регіонах. Крім того, похідним від цього індикатора є показник поточної кількості хворих, що також стає нерелевантним. На прикладі даних тестування в сертифікованих лабораторіях Києва видно, що кількість щоденних виявлених позитивних зразків ПЛР-тестів та тестів на антиген (без проведених ретестувань) у декілька разів перевищує офіційні дані щодо захворюваності в м. Київ (рис. 6).

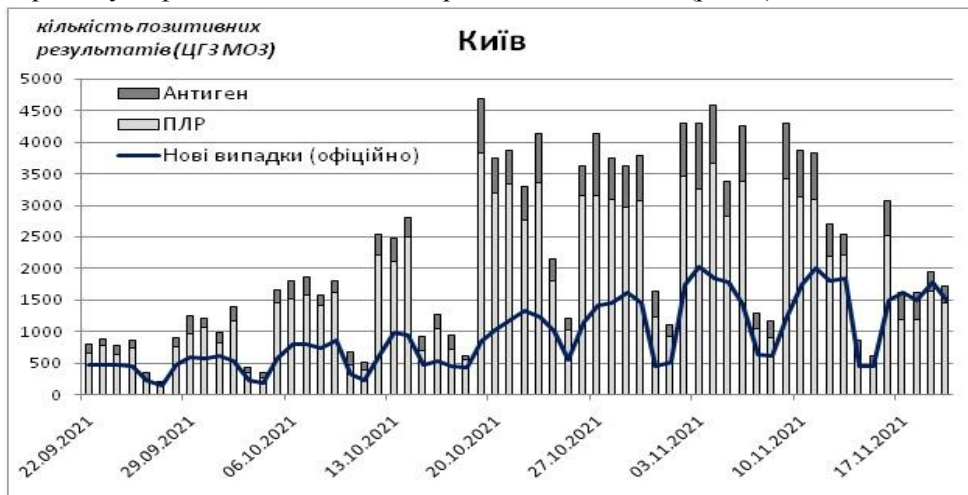


Рис. 6. Показники щоденного виявлення нових випадків захворювання на коронавірус у м. Київ

Джерело: розраховано і побудовано авторами на основі даних ЦГЗ МОЗ та оперативної інформації МОЗ про поширення та профілактику COVID-19



У такому випадку абсолютно неважливо, чому частину виявлених тестуванням хворих не записують в щоденні звіти захворюваності або записують із суттєвою затримкою (наприклад, це може бути пов'язано з тим, що офіційне місце реєстрації обстеженої особи знаходиться поза межами столиці, або офіційно підтверджені нові випадки вносяться в систему із суттєвою затримкою) – при прийнятті рішення щодо запровадження (або зняття) обмежувальних заходів варто послуговуватися показниками позитивності результатів тестування, що оперативно надаються лабораторними центрами, не чекаючи офіційного затвердження даних. З даних рис. 6 очевидно, що уведення більш жорстких заходів та прийняття наприкінці жовтня рішення щодо переведення столиці до червоної зони було зроблено щонайменше з тритижневою затримкою, коли офіційні дані захворюваності відповідали даним щодо кількості позитивних результатів тестувань у лабораторіях наприкінці вересня. Таке зволікання призвело до додаткового навантаження на ліжковий фонд. Враховуючи досвід попередніх хвиль, стабілізація рівня госпіталізацій відбувається на 10–14 день після переведу регіону в червону зону. Якби рішення про переведення Києва до червоної зони відбулося трьома тижнями раніше, то максимальне заповнення ліжкового фонду вдалось би зменшити майже вдвічі. Моделювання щоденного рівня госпіталізацій на основі тенденцій зростання попередніх хвиль у м. Київ при посиленні карантину з 10 жовтня 2021 р. дало можливість підрахувати загальну кількість надлишкових госпіталізацій (рис. 7).

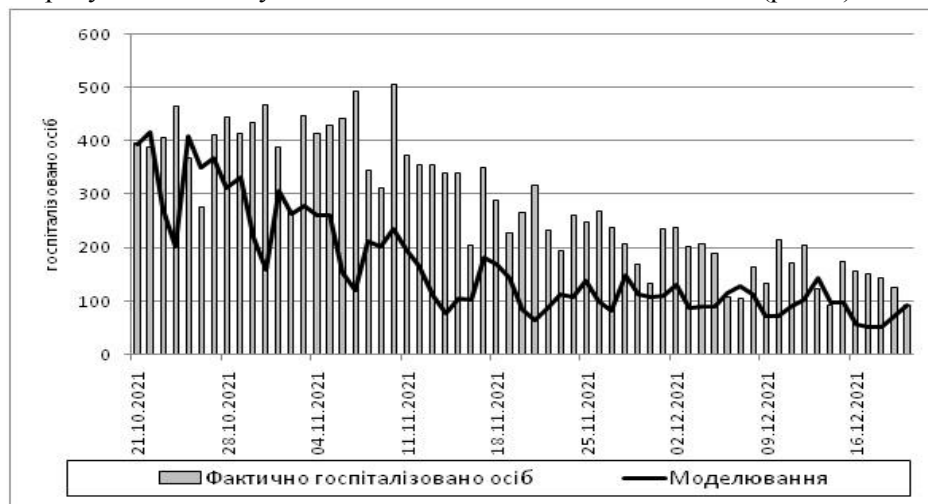


Рис. 7. Показники щоденної кількості госпіталізованих осіб до ковідних відділень у м. Київ та їх моделювання при посиленні обмежувальних заходів з 10.10.21

Джерело: розрахунки авторів.

За оцінками авторів, несвоєчасне уведення карантину у столиці тільки у період з середини жовтня до середини грудня 2021 р. призвело до стрімкого поширення інфекції та спричинило близько 6830 надлишкових госпіталізацій. Для системи охорони здоров'я м. Київ стаціонарне лікування



додатково госпіталізованих пацієнтів коштувало понад 150 млн грн платників податків (з розрахунку вартості стаціонарного лікування у 22 тис. грн на одного пацієнта [28]), або в середньому 2,5 млн грн у день. Для економіки столиці загалом відтермінування карантину вартувало додаткових десятків тисяч лікарняних та недоотриманого прибутку численних компаній унаслідок хвороби працівників.

За кордоном при прийнятті рішення щодо введення обмежувальних заходів до уваги береться не лише заповнення лікарняних ліжок, виділених під ковід, а й частка ковідних хворих у загальному ліжковому фонді. Такий підхід є зрозумілим, оскільки перевантаження всієї медичної системи ковідними хворими призводить до зростання додаткових ускладнень та смертей, що напряму не пов'язані з коронавірусною хворобою, проте пацієнти внаслідок заповнення лікарень не можуть вчасно отримати медичну допомогу.

Який же рівень наповнюваності загального ліжкового фонду ковідними хворими є критичним для того, щоб країни почали вводити найбільш жорсткі обмеження?

За даними проєкту "Our World in Data" компанії Global Change Data Lab⁴, в якому зібрана інформація щодо захворюваності, вакцинації, госпіталізації ковідних хворих та уведених обмежень, у розвинених країнах критичним для посилення карантинних обмежень здебільшого вважається рівень близько 10% та менше заповнення загального ліжкового фонду (таблиця).

Таблиця

Максимальний рівень заповнення загального ліжкового фонду у різних країнах під час весняної хвилі пандемії 2021 р.

Країни	% заповнення ліжок, починаючи з якого посилювались обмеження	Максимальне заповнення ковідними хворими, % всіх ліжок	Stringency index ⁵	Кількість ліжок на 1 млн ⁶
Австрія	2.8	3.1	82.4	7370.0
Швейцарія	2.5	6.8	60.2	4530.0
Франція	7.2	7.7	75.0	5980.0
Хорватія	10.0	11.0	67.6	5540.0
Латвія	9.7	11.1	61.1	5570.0
Естонія	10.5	11.9	67.6	4690.0

⁴ Our World in Data. URL: <https://ourworldindata.org/coronavirus>

⁵ Комплексний індекс, що розраховується на основі трекінгу видів політики у різних країнах та обмежень, які застосовуються урядами для протидії поширення пандемії SARS-CoV-2 (<https://www.bsg.ox.ac.uk/research/research-projects/covid-19-government-response-tracker>).

⁶ Для кращої зіставності в таблиці наведено дані для країн, де ліжковий фонд у розрахунку на 1 млн мешканців не менший, ніж в Україні. Перерахунок ліжкового фонду на 1 млн мешканців в Україні зроблено на основі даних МОЗ щодо загального ліжкового фонду близько 150 тис. ліжок.



Закінчення таблиці

Чехія	11.8	13.4	81.5	6630.0
Словенія	12.2	13.5	81.5	4500.0
Польща	11.1	13.9	75.9	6620.0
Литва	10.5	14.6	74.1	6560.0
Угорщина	11.0	18.6	79.6	7020.0
Сербія	18.0	20.5	61.1	5609.0
Болгарія	16.9	20.7	61.1	7454.0
Україна	21.6	28.5	66.7	4000.0

Джерело: розраховано авторами на основі даних Global Change Data Lab. URL: <https://ourworldindata.org/covid-hospitalizations>

Такий низький показник (порівняно з Україною) обумовлений тим, що навіть після уведення жорстких обмежень певний період часу зберігається темп наповнення лікарень. При цьому, залежно від загального рівня захворюваності, зростання кількості заповнених лікарняних ліжок після уведення обмежень може варіюватись від 20–30% до 2–3 разів на піку хвилі. У країнах ЦСЄ максимальний рівень заповнюваності лікарень також був майже вдвічі нижчим від України. Навіть для країн Південної Європи (Болгарії, Сербії), що під час осінньої хвилі 2021 р. демонстрували найгірші показники захворюваності та смертності серед країн Центральної, Східної та Південної Європи, рівень заповнюваності ліжок під час максимального навантаження також був значно нижчим від України при більшому обсязі ліжкового фонду у розрахунку на мільйон мешканців.

Більш успішними у боротьбі з черговою хвилею ковіду були ті країни, які, крім своєчасного уведення обмежувальних заходів, додатково їх посилювали на короткі терміни (1–2 тижні). Як видно з таблиці, попри шалене навантаження на лікарні, обмежувальні заходи, що діяли загалом по Україні, не можна було віднести до жорстких. Завдяки цьому їх застосування затягувалося на довший строк.

Висновки

Аналіз поширення коронавірусної інфекції в Україні та застосування урядом обмежувальних заходів при значному поширенні хвороби показав певні прогалини методики, що застосовується сьогодні для визначення регіонів зі значним поширенням SARS-CoV-2. У більшості регіонів рішення про введення карантинних обмежень приймаються із запізненням, коли медична система вже перевантажена. Тому для уникнення колапсу потрібно змінити підходи в системі індикаторів щодо порядку переходу регіону з однієї зони обмежень до іншої:

1. З метою унеможливлення маніпуляцій з показниками заповнення ліжкового фонду, які є відповідними індикаторами існуючої методики, пропонується зафіксувати розрахункову базу наявного загального ковідного фонду, що виключає подальшу зміну бази у бік збільшення. Адже під час чергової хвилі на етапі її зростання уведення в дію нових лікарняних



потужностей призводить до зміни коефіцієнта наповнення ліжок у бік зменшення. Проте це не свідчить про покращення ситуації, а лише відтерміновує уведення карантинних обмежень на тлі постійного зростання рівня захворюваності. На сьогодні база для розрахунку по Україні становить близько 80 тис. ліжок, виділених під ковід (у Києві близько 6 тис.). Цей загальний ковідний фонд для кожного регіону пропонується розділити на три групи (приблизно однакові за обсягом):

- опорні лікарні, що функціонують у режимі прийому ковідних хворих весь час (для Києва це Олександрівська лікарня та київські МКЛ №1 та №4);
- лікарні другої хвилі, які послідовно підключаються, коли лікарні першої групи заповнюються на 50%;
- лікарні третьої хвилі, коли сумарно лікарні першої та другої груп заповнені на понад 40%.

При цьому обмеження потрібно вводити вже на етапі підключення лікарень другої групи, оскільки інерційність збільшення кількості госпіталізацій після введення обмежувальних заходів зберігається протягом двох-трьох тижнів. Якщо прийняті обмеження упродовж двох тижнів не зумовлюють покращення епідеміологічної ситуації та зменшення навантаження на ліжковий фонд, особливо відділень РІТ, обмеження потрібно посилювати (в деяких випадках до повного локдауну на термін 7–10 днів).

Як уже зазначалося, в більшості розвинених країн для прийняття рішення щодо введення жорстких обмежень послуговуються *показником заповнення загального ліжкового фонду*, що в середньому становить менше 10%, коли уряди приймають рішення щодо запровадження максимально жорстких обмежень, які використовуються в країні. Для України 10% загального ліжкового фонду відповідають заповненню всього наявного ковідного фонду на 20% – це і є тією межею, коли в країні або в її окремому регіоні повинен застосовуватись червоний рівень обмежень.

2. Використання як індикатора *динаміки госпіталізацій* доцільне лише у випадку, коли в наявності достатньо місць для розміщення хворих. Тому для контролю цей показник доцільно посилити показником *заповнення лікарень*. Про покращення ситуації свідчитиме негативна динаміка обох показників. Якщо темпи госпіталізації падають, а заповнення лікарень не зменшується, то система вже перебуває в стані колапсу. Те саме стосується *заповнення ліжок, забезпечених подачею кисню*.

3. До методики доцільно ввести додаткові показники – *відсоток заповнення відділень реанімації та інтенсивної терапії та кількість лікарень, що досягли їх стовідсоткового завантаження*. Обсяг ліжкового фонду таких відділень є незначним – близько 7% від загального ковідного фонду. Проте при швидкому розвитку хвороби потреба в таких ліжках може бути значно більшою, а перебування в таких відділеннях значно довшим, ніж у загальних інфекційних відділеннях. Ретроспективний аналіз попередніх хвиль показав, що такі відділення швидше заповнюються та залишаються



заповненими більш тривалий час, ніж терапевтичні. Заповнення їх на 20% (див. рис. 4) ставало критичним показником, за якого кількість лікарень із максимальним заповненням та частка заповнення ліжок збільшувались, незважаючи на збільшення кількості ліжок-місць. Про покращення епідеміологічної ситуації буде свідчити зменшення кількості хворих ВРІТ та зменшення кількості лікарень із максимальним заповненням таких відділень.

4. До показників, що свідчать про стрімке поширення інфекції, слід віднести частку госпіталізованих по відношенню до виявлених хворих. Це співвідношення наочно демонструє охоплення тестуванням. У випадку, коли обсяг госпіталізації перевищує 15–20% від кількості нових випадків, ідеться про приховане поширення епідемії через недостатню кількість тестувань. Тому цей показник також варто використовувати в комплексному оцінюванні епідеміологічної ситуації.

5. Критерієм достатньої кількості тестувань повинен стати показник позитивності тестувань у державних лабораторних центрах. Необхідно досягнути рівня позитивності в них не більше 20%. Для цього потрібно змінити протокол тестування та замість запропонованої самоізоляції тестувати контактних осіб без ознак ГРВІ для виявлення хворих. Наразі ситуація в державних центрах є такою, що в більшості з них позитивність проведених тестувань коливається в межах 50%, що повністю виключає контроль над поширенням пандемії. З економічної точки зору зайве тестування буде обходитись державі значно дешевше, ніж стаціонарне лікування хворого. При розрахунках в методиці до уваги потрібно брати лише ПЛР-тестування, що враховує нові випадки, виключивши зі складових тестування на антиген – як менш надійне (формули (4)–(5)).

Використання зазначених вище додаткових показників, які покращують аналіз ситуації стосовно поширення коронавірусної інфекції, дасть змогу більш оперативно реагувати задля уведення заходів протидії SARS-CoV-2 та суттєво зменшити кількість додаткових госпіталізацій та навантаження на державний та місцеві бюджети.

На думку авторів, надалі в рамках міждисциплінарних досліджень варто зосередити увагу на вивченні екологічних факторів, наявності хронічних захворювань, що притаманні окремим регіонам, віковій структурі та їх впливу на розповсюдження та перебіг інфекційних захворювань (викликаних не лише SARS-CoV-2). Також в системі прийняття рішень щодо уведення обмежень потрібно враховувати особливості регіонів та економічні наслідки уведення карантинних обмежень, які в середньостроковій перспективі можуть суттєво погіршувати якість життя, а відтак і здоров'я. Такий біоекономічний підхід у дослідженнях та системі прийняття рішень щодо застосування карантинних обмежень дозволить комплексно вирішувати завдання щодо посилення біологічної безпеки та економічної стійкості.

Надійшла до редакції 26.01.2022 р.

Прорецензовано 01.02.2022 р.



Список використаних джерел

1. Саліхова О.Б., Гончаренко Д.О. Виклики COVID-19 фармацевтичній промисловості: відповіді ЄС та України. *Економіка і прогнозування*. 2021. №3. С. 93–117. <https://doi.org/10.15407/eip2021.03.093>
2. Яценко Г.Ю. Чинники постковідного відновлення зростання економіки України у 2021–2022 роках. *Економіка і прогнозування*. 2021. №2. С. 52–68. <https://doi.org/10.15407/eip2021.02.052>
3. Геєць В.М., Луніна І.О., Степанова О.В. Бюджетні можливості України щодо фінансування вакцинації проти COVID-19 в умовах розвитку глобального ринку вакцин. *Економіка України*. 2021. №6. С. 3–20. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2021.06.003>
4. Кораблін С.О. Державне регулювання як чинник протидії COVID-19. *Економіка України*. 2021. №7. С. 27–40. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2021.07.027>
5. Бобух І.М., Герасімова О.В. Виклики для системи охорони здоров'я України внаслідок розвитку пандемії COVID-19. *Чинники, складові і результати запровадження і реалізації антикризової політики в окремих країнах світу та Україні. Прогноз соціально-економічного розвитку України у 2021 р.* / наук. ред. В. Юрчишин. Київ: Заповіт, 2021. С. 132–140. https://razumkov.org.ua/uploads/article/2021_ukraine_economic_forecast.pdf
6. Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на 22 грудня 2021 року – 4 січня 2022 року ("Прогноз РГ-58"). URL: <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=8551>
7. Reza Yaesoubi, Shiyong You, Qin Xi, Nicolas A. Menzies, Ashleigh Tuite, Yonatan H. Grad, Joshua A. Salomon (2021). Simple decision rules to predict local surges in COVID-19 hospitalizations during the winter and spring of 2022. MedRxiv. doi: <https://doi.org/10.1101/2021.12.13.21267657>
8. Dos Santos H.L.P.C., Maciel F.B.M., Junior G.M.S., Martins P.C., & De B.L. Prado N.M. Public expenditure on hospitalizations for COVID-19 treatment in 2020, in Brazil. *Revista De Saúde Pública*. 2021. №55. С. 52. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003666>
9. Oraby T., Tyshenko M.G., Maldonado J.C., Vatcheva K., Elsaadany S., Alali W.Q., Longenecker J.C., Al-Zoughool M. Modeling the effect of lockdown timing as a COVID-19 control measure in countries with differing social contacts. *Scientific Reports*. 2021. № 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82873-2>
10. Zimmermann I., Sanchez M., Brant J., Alves D. Projection of COVID-19 intensive care hospitalizations in the Federal District, Brazil: an analysis of the impact of social distancing measures. *Epidemiol. serv. Saúde*. 2020. №29(5): e2020361. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742020000500022>
11. Kočańczyk M., & Lipniacki T. Pareto-based evaluation of national responses to COVID-19 pandemic shows that saving lives and protecting economy are non-trade-off objectives. *Scientific Reports*. 2021. №11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81869-2>
12. König M., & Winkler A. The impact of government responses to the COVID-19 pandemic on GDP growth: Does strategy matter? *PLOS ONE*. 2021. №16(11): e0259362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259362>
13. Smolyak A., Bonaccorsi G., Flori A., Pammolli F., & Havlin S. Effects of mobility restrictions during Covid19 in Italy. *Scientific Reports*. 2021. №11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01076-x>



14. Spelta A., & Pagnottoni P. Mobility-based real-time economic monitoring amid the COVID-19 pandemic. *Scientific Reports*. 2021. №11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92134-x>
15. Candel F.J., Viayna E., Callejo D., Ramos R., San-Roman-Montero J., Barreiro P., Del Carretero M., Kolipiński A., Canora J., Zapatero A., & Runken M.C. Social restrictions versus testing campaigns in the COVID-19 crisis: A predictive model based on the Spanish case. *Viruses*. 2021. №13(5). C. 917. <https://doi.org/10.3390/v13050917>
16. Miles D.K., Stedman M., Heald A.H. "Stay at Home, Protect the National Health Service, SaveLives": A cost benefit analysis of the lockdown in the United Kingdom. *International Journal of Clinical Practice*. 2020. №75(3). <https://doi.org/10.1111/ijcp.13674>
17. Carballosa A., Balsa-Barreiro J., Garea A., García-Selfa D., Miramontes Á., & Muñuzuri, A.P. Risk evaluation at municipality level of a COVID-19 outbreak incorporating relevant geographic data: The study case of Galicia. *Scientific Reports*. 2021. № 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00342-2>
18. Deonarine A., Lyons G., & Lakhani C. Identifying communities at risk for covid-19-related burden across 500 U.S. cities and within New York City: Unsupervised learning of co-prevalence of Health Indicators (preprint). *JMIR Public Health and Surveillance*. 2020. <https://doi.org/10.2196/26604>
19. Ferchiou A., Bornet R., Lhermie G., & Raboisson D. Individual behaviors and covid-19 lockdown exit strategy: A mid-term multidimensional bio-economic modeling approach. *Frontiers in Public Health*. 2020. №8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.606371>
20. Galanis G., & Hanieh A. Incorporating social determinants of health into modelling of COVID-19 and other infectious diseases: A baseline socio-economic compartmental model. *Social Science & Medicine*. 2021. №274. P. 113794. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113794>
21. Постанова Кабінету Міністрів України "Про встановлення карантину та запровадження обмежувальних протиепідемічних заходів з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2" від 09.12.2020 №1236. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1236-2020-%D0%BF#Text>
22. To już oficjalnie. Nowe obostrzenia na święta w związku z Omikronem. Będą obowiązkowe szczepienia. *Business insider*. 07-12-2021. URL: <https://businessinsider.com/pl/wiadomosci/konferencja-ministra-zdrowia-nowe-obostrzenia-na-swieta-rzad-oglosil-zmiany/mgx38pm>
23. Польща вводить додаткові COVID-обмеження на кордоні та всередині країни. *Укрінформ*. 07.12.2021. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3364543-polsa-vvodit-dodatkovyi-covidobmezenna-na-kordoni-ta-vseredini-kraini.html>
24. Adam Niedzielski: powoli myślimy o obowiązku szczepień. *Puls Medycyny*. 03-12-2021. URL: <https://pulsmedycyny.pl/adam-niedzielski-powoli-myslmy-o-obowiazku-szczepien-1135200>
25. Grover N. PCR, antigen and antibody: Five things to know about coronavirus tests. *Horizon*. 18.12.2020. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/pcr-antigen-and-antibody-five-things-know-about-coronavirus-tests>
26. Olearo F., Nörz D., Heinrich F., et al. Handling and accuracy of four rapid antigen tests for the diagnosis of SARS-CoV-2 compared to RT-qPCR. *J Clin Virol*. 2021, 137:104782. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2021.104782>



27. Böger B., Fachi M.M., Vilhena R.O., Cobre A.F., Tonin F.S., Pontarolo R. Systematic review with meta-analysis of the accuracy of diagnostic tests for COVID-19. *Am J Infect Control*. 2021, 49(1):21-29. <http://doi:10.1016/j.ajic.2020.07.011>
28. Ляшко назвав вартість лікування коронавірусу. *ZN.ua*. 2021. 23 жовтня. URL: <https://zn.ua/ukr/UKRAINE/ljashko-nazvav-vartist-likuvannja-koronavirusa.html>

Olena Herasimova⁷

Olga Herasimova⁸

**IMPROVING THE SYSTEM OF INDICATORS FOR ASSESSING THE
EPIDEMIOLOGICAL SITUATION AND STRENGTHENING
RESTRICTIVE MEASURES IN THE CONDITIONS OF ADAPTIVE
QUARANTINE CAUSED BY THE SPREAD OF COVID-19**

The article deals with the problem of the effectiveness of the state response to challenges to the health care system due to the spread of infection caused by SARS-CoV-2. The authors have carried out an analysis of international economic investigations on its impact on the socio-economic system in general and the health care system in particular. It was found that the vast majority of them examine the impact of various factors on the spread of coronavirus or its effects on individual segments or the economic system as a whole, the response of the decision-making system to the spread of infection, or model different scenarios for health system challenges. However, investigations do not address what criteria should be applied when imposing restrictive measures or what changes need to be done to the threat assessment system to minimize the burden on the health care system. Therefore, the authors analyzed the current national indicators system used to identify regions with a high prevalence of SARS-CoV-2. Based on a retrospective analysis of previous waves of coronavirus spread in Ukraine and the introduction of quarantine restrictions in this regard, it was found that the decision to strengthen quarantine restrictions was delayed. This overloaded the medical system and led to overcrowding, which could have been avoided if quarantine had been introduced early. It is revealed what changes in

⁷ **Herasimova, Olena Arkadiyvna** – Researcher, State Institution "Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine" (26, Panasa Myrnoho St., Kyiv, 01011, Ukraine), ORCID: 0000-0003-3278-1051, e-mail: olena.herasimova@gmail.com

⁸ **Herasimova, Olga Volodymyrivna** – junior researcher, State Institution "Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" (75, Saksaganskoho St., Kyiv, 02000, Ukraine), ORCID: 0000-0001-5339-4291, e-mail: olgagerasimova188@gmail.com



the assessment methodology need to be made in order to strengthen the quarantine restrictions in time. An assessment of the filling of the hospital stock under the condition of timely introduction of quarantine on the example of the city of Kyiv was carried out and the cost of redundant hospitalizations was estimated. Changes in the current methodology for estimating regions with a high prevalence of SARS-CoV-2 are proposed, which include the introduction of additional indicators and quantitative changes for existing indicators.

Keywords: *quarantine measures; pandemic; decision-making system; level of hospitalizations; PCR testing; hospital congestion*

References

1. Salikhova, O.B., Honcharenko, D.O. (2021). Challenges of the COVID-19 pandemic to Pharmaceutical Manufacturing: The EU and Ukraine's response. *Ekonomika Ukrainy – Economy and forecasting*, 3, 93-117. <https://doi.org/10.15407/eip2021.03.093> [in Ukrainian].
2. Yatsenko, H.Y. (2021). The factors of POST-COVID recovery in the growth of Ukrainian economy in 2021-2022. *Ekonomika Ukrainy – Economy and forecasting*, 2, 52-68. <https://doi.org/10.15407/eip2021.02.052> [in Ukrainian].
3. Heyets, V.M., Lunina, I.O., Stepanova, O.V. (2021). Budget capacity of Ukraine for financing of COVID-19 vaccination in the emerging global vaccine market. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 6, 3-20. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2021.06.003> [in Ukrainian].
4. Korablin, S.O. (2021). Government regulation as a factor in counteracting COVID-19. *Ekonomika Ukrainy – Economy of Ukraine*, 7, 27-40. <https://doi.org/10.15407/economyukr.2021.07.027> [in Ukrainian].
5. Bobukh, I., Herasimova, O. (2021). Challenges for Ukraine's health system due to COVID-19 pandemic development. *Factors and Results of the Implementation of Anti-crisis Policy in Selected Countries. Forecast of Ukraine's Economic Development in 2021* (p. 32-140). Retrieved from https://razumkov.org.ua/uploads/article/2021_ukraine_economic_forecast.pdf [in Ukrainian].
6. Forecast of the COVID-19 epidemic in Ukraine for December 22, 2021 - January 4, 2022. Retrieved from <https://www.nas.gov.ua/UA/Messages/Pages/View.aspx?MessageID=8551> [in Ukrainian].
7. Yaesoubi, Reza, You, Shiyang, Xi, Qin, Menzies, Nicolas A., Tuite, Ashleigh, Grad, Yonatan H., Salomon, Joshua A. (2021). Simple decision rules to predict local surges in COVID-19 hospitalizations during the winter and spring of 2022. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2021.12.13.21267657>
8. Dos Santos, H.L.P.C., Maciel, F.B.M., Junior, G.M.S., Martins, P.C., & De Brito Lima Prado, N.M. (2021). Public expenditure on hospitalizations for COVID-19 treatment in 2020, in Brazil. *Revista De Saúde Pública*, 55, 52. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2021055003666>
9. Oraby, T., Tyshenko, M. G., Maldonado, J. C., Vatcheva, K., Elsaadany, S., Alali, W. Q., Longenecker, J. C., Al-Zoughool, M. (2021). Modeling the effect of lockdown timing as a COVID-19 control measure in countries with differing social contacts. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82873-2>



10. Zimmermann, I., Sanchez, M., Brant, J., Alves, D. (2020). Projection of COVID-19 intensive care hospitalizations in the Federal District, Brazil: an analysis of the impact of social distancing measures. *Epidemiol. serv. saúde*, 29(5): e2020361. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742020000500022>
11. Kochańczyk, M., & Lipniacki, T. (2021). Pareto-based evaluation of national responses to COVID-19 pandemic shows that saving lives and protecting economy are non-trade-off objectives. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81869-2>
12. König, M., & Winkler, A. (2021) The impact of government responses to the COVID-19 pandemic on GDP growth: Does strategy matter? *PLOS ONE*, 16(11): e0259362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259362>
13. Smolyak, A., Bonaccorsi, G., Flori, A., Pammolli, F., & Havlin, S. (2021). Effects of mobility restrictions during Covid19 in Italy. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01076-x>
14. Spelta, A., & Pagnottoni, P. (2021). Mobility-based real-time economic monitoring amid the COVID-19 pandemic. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92134-x>
15. Candel, F.J., Viayna, E., Callejo, D., Ramos, R., San-Roman-Montero, J., Barreiro, P., Del Carretero, M., Kolipiński, A., Canora, J., Zapatero, A., & Runken, M.C. (2021). Social restrictions versus testing campaigns in the COVID-19 crisis: A predictive model based on the Spanish case. *Viruses*, 13(5), 917. <https://doi.org/10.3390/v13050917>
16. Miles, D.K., Stedman, M., & Heald, A.H. (2020). "Stay at Home, Protect the National Health Service, SaveLives": A cost benefit analysis of the lockdown in the United Kingdom. *International Journal of Clinical Practice*, 75(3). <https://doi.org/10.1111/ijcp.13674>
17. Carballosa, A., Balsa-Barreiro, J., Garea, A., García-Selfa, D., Miramontes, Á., & Muñuzuri, A.P. (2021). Risk evaluation at municipality level of a COVID-19 outbreak incorporating relevant geographic data: The study case of Galicia. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00342-2>
18. Deonarine, A., Lyons, G., Lakhani, C. (2020). Identifying communities at risk for covid-19-related burden across 500 U.S. cities and within New York City: Unsupervised learning of co-prevalence of Health Indicators (preprint). *JMIR Public Health and Surveillance*. <https://doi.org/10.2196/26604>
19. Ferchiou, A., Bornet, R., Lhermie, G., Raboisson, D. (2020). Individual behaviors and COVID-19 lockdown exit strategy: A mid-term multidimensional bio-economic modeling approach. *Frontiers in Public Health*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.606371>
20. Galanis, G., Hanieh, A. (2021). Incorporating social determinants of health into modelling of COVID-19 and other infectious diseases: A baseline socio-economic compartmental model. *Social Science & Medicine*, 274, 113794. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113794>
21. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 09.12.2020 №1236 "On the establishment of quarantine and the introduction of restrictive anti-epidemic measures to prevent the spread of acute respiratory disease COVID-19 caused by the coronavirus SARS-CoV-2". Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1236-2020-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
22. To już oficjalnie. Nowe obostrzenia na święta w związku z Omikronem. Będą obowiązkowe szczepienia (2021, 7 Dec.). *Business insider*. Retrieved from



- <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/konferencja-ministra-zdrowia-nowe-obostrzenia-na-swieta-rzad-oglosil-zmiany/mgx38pm> [in Polish].
23. Poland imposes additional COVID restrictions at the border and within the country (2021, 7 Dec.). *Ukrinform*. Retrieved from <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3364543-polsa-vvudit-dodatkovy-covidobmezenna-na-kordoni-ta-vsередini-kraini.html> [in Ukrainian].
24. Adam Niedzielski: powoli myślimy o obowiązku szczepień (2021, 3 Dec.). *Puls Medycyny*. Retrieved from <https://pulsmedycyny.pl/adam-niedzielski-powoli-myslimy-o-obowiazku-szczepien-1135200> [in Polish].
25. Grover, N. (2020, 18 Dec.). PCR, antigen and antibody: Five things to know about coronavirus tests. *Horizon*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/pcr-antigen-and-antibody-five-things-know-about-coronavirus-tests>
26. Olearo, F., Nörz, D., Heinrich, F., et al. (2021). Handling and accuracy of four rapid antigen tests for the diagnosis of SARS-CoV-2 compared to RT-qPCR. *J Clin Virol*, 137:104782. <https://doi:10.1016/j.jcv.2021.104782>
27. Böger, B., Fachi, MM., Vilhena, RO., Cobre, AF., Tonin, FS., Pontarolo, R. Systematic review with meta-analysis of the accuracy of diagnostic tests for COVID-19. (2021). *Am J Infect Control*, 49(1), 21-29. <http://doi:10.1016/j.ajic.2020.07.011>
28. Lyashko named the cost of treating the coronavirus (2021, 23 Oct.). *ZN.ua*. Retrieved from <https://zn.ua/ukr/UKRAINE/ljashko-nazvav-vartist-likuvannja-koronavirusa.html> [in Ukrainian].

Підписано до друку 03.04.2022 р.