

**Методологія
«Аналізу поточної ситуації та
моделювання сценаріїв
поширення COVID-19»**

Ми готуємо цей аналіз раз на тиждень (у період помірною перебігу пандемії — раз на два тижні) та публікуємо його для вільного використання усіма зацікавленими сторонами. Ми також надсилаємо копію цього аналізу до Міністерства охорони здоров'я України, Національної служби здоров'я України, Офісу Президента України, Офісу Прем'єр-міністра України, Комітету Верховної Ради з питань здоров'я нації, Офісу секретаря Ради національної безпеки і оборони України.

У аналізі ми відповідаємо на питання:

- Яка ситуація з поширенням COVID-19 у світі та Європі? Чи відповідають тенденції в Україні європейським та світовим?
- Яка динаміка пандемії в Україні? Чи наближаємося ми до контролю над поширенням? Чи достатньо добре працює система виявлення?
- У яких регіонах ситуація найбільш проблемна? Де динаміка покращується?
- Який запас міцності у нашої медичної системи? Наскільки вона завантажена?
- Що буде далі з перебігом пандемії в Україні (припускаючи, що поточні заходи контролю поширення будуть залишатися незмінними)?
- Що слід зробити, щоб вплинути на ситуацію?

Які показники ми відстежуємо

Ми оцінюємо перебіг пандемії COVID-19 в Україні та світі через динамічні показники. Це допомагає виявляти спалахи на ранніх етапах та прогнозувати їх з метою завчасного реагування. Кожен показник ми розглядаємо через 7-ми або 14-денне згладжування для того, щоб зафіксувати сталу тенденцію, а не лише поточне значення показника. Крім цього, ми відстежуємо динаміку кожного показника: чи він зростає, чи залишається на тому ж рівні або спадає.

Ми спираємося на запропоновану ВООЗ модель чотирьох сценаріїв поширення¹: «немає випадків (no cases) — поодинокі випадки (sporadic cases) — кластерне поширення (clusters of cases) — поширення у громаді (community transmission)».

¹ Strengthening the health system response to COVID-19: policy brief, World Health Organization, April 2020.
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/publications-and-technical-guidance/health-systems/strengthening-the-health-system-response-to-covid-19/strengthening-the-health-system-response-to-covid-19-policy-brief>

Наш підхід побудований на припущенні, що першочерговою метою країн є перехід від сценарію поширення в громаді до кластерного поширення, яке дозволить повернутися до нормального життя і при цьому тримати пандемію COVID-19 під контролем. Для досягнення цієї мети необхідний моніторинг динамічних показників, активна система тестування, відстеження та ізоляції (TTSI) та адаптивний підхід до встановлення карантинних обмежень.

Ключовими індикаторами для відстеження динаміки поширення в Україні є кількість нових випадків захворювання та смертність. Кількість нових випадків ми нормалізуємо на обсяги щоденно проведених тестів за допомогою показника коефіцієнту виявлення (positivity rate) — відсотка позитивних тестів від усіх проведених тестів. Згідно з критеріями, опублікованими ВООЗ у травні 2020 року², коефіцієнт виявлення, який не перевищує 5% вважається однією з ознак того, що поширення COVID-19 знаходиться під контролем. Наша оцінка ситуації в Україні побудована на додатковому припущенні: якщо коефіцієнт виявлення у регіоні не перевищує 10%, то вважається, що система тестування виявляє більшу частину інфікованих, а отже оцінку поширення можна будувати через коефіцієнт виявлення. Якщо коефіцієнт перевищує 10% — для оцінки поширення слід використовувати лише динаміку збільшення кількості нових випадків.

Для прогнозування перебігу пандемії ми використовуємо базову модель SEIR (Susceptible – Exposed – Infectious – Removed), яку також використовують ВООЗ, Imperial College London, Гарвардський університет, Масачусетський Технологічний Інститут та інші. Ми розширили та адаптували цю модель для того, щоб враховувати у розрахунках такі фактори: ступінь тяжкості захворювання, навантаження на систему охорони здоров'я, наявність / відсутність ресурсів, сезонність, сприйнятливість до захворювання, вплив карантинних заходів у коротко- та довгостроковій перспективі. Модель враховує понад 20 клінічних, статистичних, ресурсних та інших параметрів.

Джерела даних

Дані для України — Центр громадського здоров'я МОЗ України.

Дані у розрізі регіонів — Центр громадського здоров'я МОЗ України.

Дані для світу та Європи — <https://ourworldindata.org>.

² Public health criteria to adjust public health and social measures in the context of COVID-19, World Health Organization, May 2020 <https://www.who.int/publications/i/item/public-health-criteria-to-adjust-public-health-and-social-measures-in-the-context-of-covid-19>

Показники розповсюдження захворювання

| Показник / значення | Опис показника |
|--|---|
| Базове репродуктивне число $R_0 = 2.0 / 2.2 / 2.5$ ^[1] | Середня кількість другорядних заражень, що виникають у разі потрапляння однієї інфікованої особи у повністю чутливу до інфекції популяцію ^[2] |
| Період без заразності $T_{inc} = 4.6$ днів ^{[3],[4]} | Розрахований як інкубаційний період 5.1 день ^[3] мінус 0.5 днів ^[4] (період до закінчення інкубаційного періоду, коли хвора особа вже є заразною) |
| Період активної заразності $T_{inf} = 5$ днів ^[5] | Середній період від проявлення симптомів до ізоляції (самоізоляція або госпіталізація) |
| Початкове число хворих $e_0 = 1$ особа | Припускається, що хвора особа знаходиться на самому початку інкубаційного періоду |
| Розмір населення $N = 41,983,564$ осіб ^[6] | Чисельність постійного населення України станом на 01.01.2019 |
| Частка чутливого населення $s_{base} = 15\% / 30\% / 100\%$ ^{[7]-[10]} | Частка осіб, у яких немає природнього імунітету до захворювання |

[1] Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), 16-24 February 2020.

[2] Hethcote H. W. (2009). The basic epidemiology models: Models, expressions for R_0 , parameter estimation, and applications. In: Ma S., and Xia Y. (editors) *Mathematical Understanding of Infectious Disease Dynamics*, vol. 16. Lecture Notes Series. Institute for Mathematical Sciences, Nat. Univ. of Singapore. pp. 1–52.

[3] Li Q, Guan X, Wu P, et al. (2020) Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus– Infected Pneumonia. *N Engl J Med*

[4] Ferguson N M, D Laydon, G Nefjati-Gelani et al. (2020), "Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand", Imperial College COVID-19 Response Team.

[5] Kissler et al., *Science* 10.1126/science.abb5793 (2020). Available at <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/04/14/science.abb5793>

[6] Державна служба статистики України

[7] Research of CMMID nCov working group: https://cmmid.github.io/topics/covid19/diamond_cruise_cfr_estimates.html

[8] Qifang Bi, Yongsheng Wu, et al. (2020), *Epidemiology and Transmission of COVID-19 in Shenzhen China: Analysis of 391 cases and 1,286 of their close contacts*

[9] Hendrik Streeck, Gunther Hartmann, et al. (2020), *Preliminary result and conclusions of the COVID-19 case cluster study (Gangelnt Municipality)*

[10] WHO Adaptt Surge Planning Support Tool

Джерела: вказані вище окремо по кожному показнику

Показники клінічної динаміки

| Показник / значення | Опис показника |
|---|---|
| Частка випадків високої тяжкості: 1.47% ^{[11]-[13]} | Розраховується як частка інфікованих з дихальною недостатністю, шоком або поліорганною недостатністю ^[13] |
| Частка випадків середньої тяжкості: 4.34% ^{[11]-[13]} | Розраховується як частка інфікованих з задишкою, гіпоксією або >50% ураження легень при візуалізації ^[13] |
| Частка випадків помірної тяжкості: 94.19% ^{[11]-[13]} | Розраховується як частка інфікованих, що є не підпадають під категорії середньої і високої тяжкості (безсимптомні хворі + симптомні хворі від легких симптомів до легкої пневмонії) ^[13] |
| Загальний показник смертності: 0.99% ^{[6],[11]} | Імовірність смерті інфікованої особи, розраховується як відсоток померлих відносно всіх інфікованих (IFR, не CFR) |
| Смертність у випадках високої тяжкості: 49% ^{[12],[13]} | Імовірність смерті інфікованої особи з високою ступінню тяжкості |
| Смертність у випадках середньої тяжкості: 6.13% ^[14] | Імовірність смерті інфікованої особи з середньою ступінню тяжкості |
| Смертність у випадках помірної тяжкості: 0.0% ^[14] | Імовірність смерті інфікованої особи з помірною ступінню тяжкості |

^[11] Robert Verity, Lucy C Okell, et al. (2020), Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: a model-based analysis, *Lancet Infect Dis*

^[12] Zunyou Wu, Jennifer M. McGoogan (2020), Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China, *JAMA Network*

^[13] CDC's Interim Clinical Guidance for Management of Patients with Confirmed Coronavirus Disease (COVID-19), May 20, 2020

^[14] KSE Institute analysis

Джерела: вказані вище окремо по кожному показнику

Показники клінічної динаміки (продовження)

| Показник / значення | Опис показника |
|--|--|
| Смертність у випадках високої тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ: 100% ^[14] | Імовірність смерті інфікованої особи з високою ступінню тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ |
| Смертність у випадках середньої тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ: 33.0% ^[14] | Імовірність смерті інфікованої особи з середньою ступінню тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ |
| Смертність у випадках помірної тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ: 0.0% ^[14] | Імовірність смерті інфікованої особи з помірною ступінню тяжкості за відсутності ліжкомісця у ВІТ |
| Маршрут пацієнта з високою ступінню тяжкості ^{[11],[13],[15]} | 10 днів до госпіталізації, 8 днів перебування у ВІТ, 5 днів перебування в госпіталі. Днів до смерті: 18 |
| Маршрут пацієнта з середньою ступінню тяжкості ^{[11],[13],[15]} | 10 днів до госпіталізації, 8 днів перебування у ВІТ, 5 днів перебування в госпіталі. Днів до смерті: 18 |
| Маршрут пацієнта з помірною ступінню тяжкості ^[16] | 12 днів з інфекцією в домашніх умовах |
| Кількість ліжкомісць в - госпіталах: 34,059 ^[17] - ВІТ: 1,752 ^[17] | станом на 18.05.2020, оновлюється і враховується у моделюванні щодня |
| Кількість апаратів ШВЛ: 2,332 ^[17] | станом на 18.05.2020, оновлюється і враховується у моделюванні щодня |

^[15] NIQA, Evidence summary for average length of stay in the intensive care unit for COVID-19, April 1, 2020

^[16] ECDC, Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: increased transmission in the EU/EEA and the UK – sixth update, March 12, 2020

^[17] Дані ДП «МЗУ» на Офіційному інформаційний порталі Кабінету Міністрів України <https://covid19.gov.ua/>

Джерела: вказані вище окремо по кожному показнику