

# COVID-19

Моделювання поширення захворювання

04.06.2020

## Сезонність є визначальним параметром для поширення захворюваності на COVID-19 в Україні в 2020 році

Параметр	Мінімальне значення	Середнє значення	Максимальне значення
Базове репродуктивне число ( $R_0$ ) <sup>[1]</sup>	2	2.2	2.5
Частка населення, чутливого до захворювання <sup>[1],[2]</sup>	15%	30%	100%
Вплив інтервенції соціального дистанціювання (% зменшення $R_0$ ) <sup>[3]</sup>	35%	60%	80%
Сезонність в літній час (% зменшення $R_0$ ) <sup>[3]</sup>	0%	21%	60%

81 сценарій



3 сценарії

Параметр	Чорний	Жовтий	Зелений
Сезонність в літній час (% зменшення $R_0$ )	0%	21%	60%



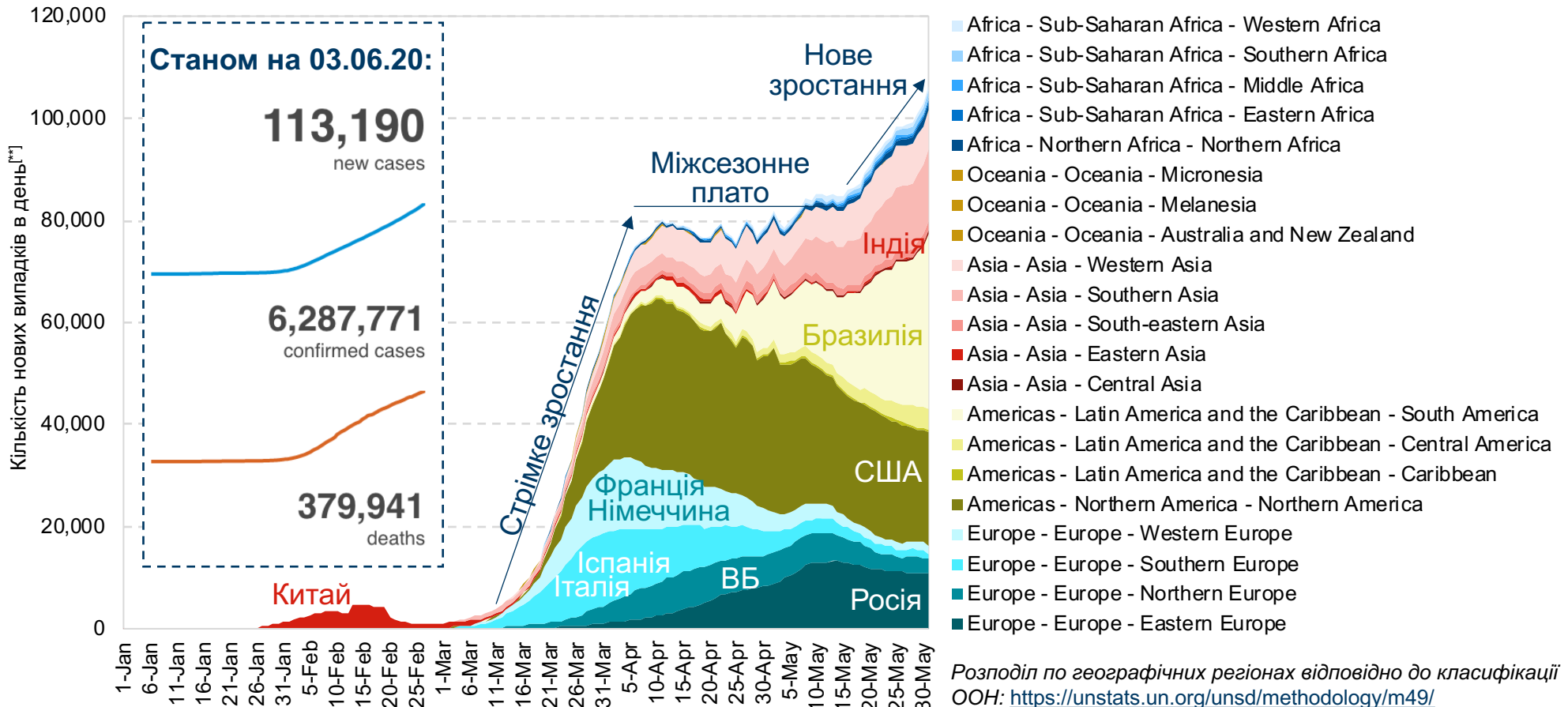
## Ключові результати

- Поширення захворюваності на COVID-19 в Україні відповідає **жовтому** і **чорному** сценаріям
- 1 з помірною або відсутньою сезонністю: від **2,000 до 7,500** померлих станом на кінець 2020. **Зелений** сценарій із сильною сезонністю наразі не спостерігається.
  - 2 За даними моделі Київської школи економіки, загальна кількість випадків наразі складає близько **100,000** осіб vs. **25,000** офіційно підтверджених.
  - 3 За зеленого сценарію, карантинні обмеження можуть повернутися **восени**. За жовтого і чорного – вже **в червні 2020**.

## Ключові рекомендації

- Рекомендується **зменшити поточне значення метрики інцидентності на 30%: 8 замість 12**
- 1 осіб на 100,000 населення. Це дозволить зменшити смертність на чверть за співставного послаблення карантинних заходів.
  - 2 До існуючих метрик послаблення/повернення карантинних заходів рекомендується **додати показник відслідковування динаміки та втричі знизити мінімальний період** між поверненнями етапів карантинних заходів. Це дозволить вчасно реагувати на спалахи захворюваності.
  - 3 За зеленого сценарію, **на початку нової хвилі захворюваності восени** рекомендується **вводити карантин одразу у повному обсязі** через стрімке зростання нових кейсів після великої стримуючої сезонності. Поточні метрики карантинних заходів є не достатньо «швидкими» для вчасного стримування стрімкого розповсюдження захворюваності.

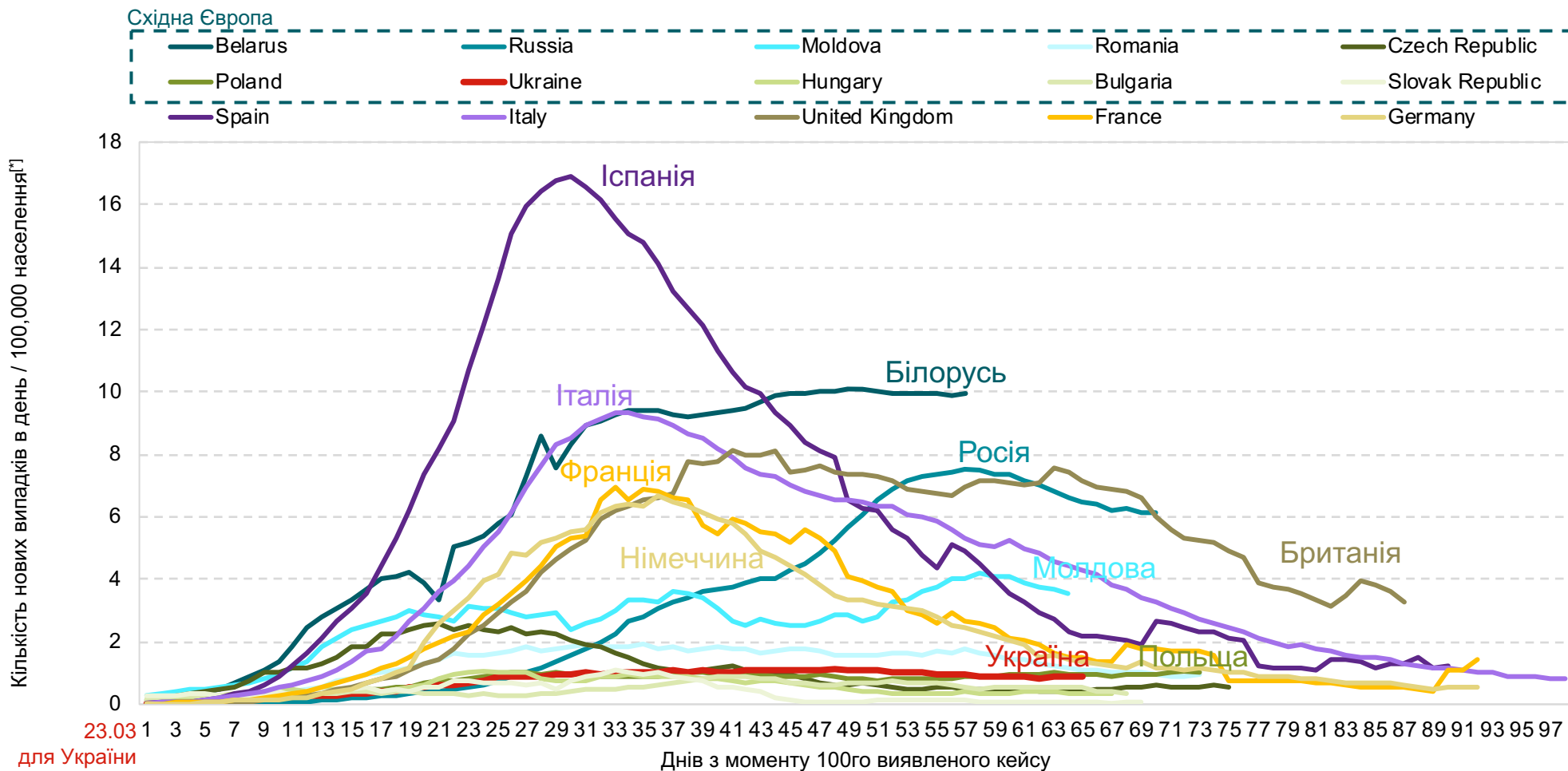
# Поширення COVID-19 у світі в цілому відповідає загальній сезонній динаміці грипозподібних захворювань<sup>[\*]</sup>. Виняток – Східна Європа



[\*] According to WHO: “In all countries with temperate climates, a clear seasonal peak in influenza activity occurs during the winter months. In countries with tropical or subtropical climates, however, influenza seasonality is more variable and influenza activity can be observed year-round – although it often is more intense during the rainy seasons” (<https://www.who.int/bulletin/volumes/92/5/14-139428/en/>)

[\*\*] З метою згладжування коливань, показник на кожен день усереднений за останній тиждень

# 7 з 10 країн Східної Європи перебувають на «плато» з кількістю нових випадків 0.5-1.0 на 100,000 населення щоденно

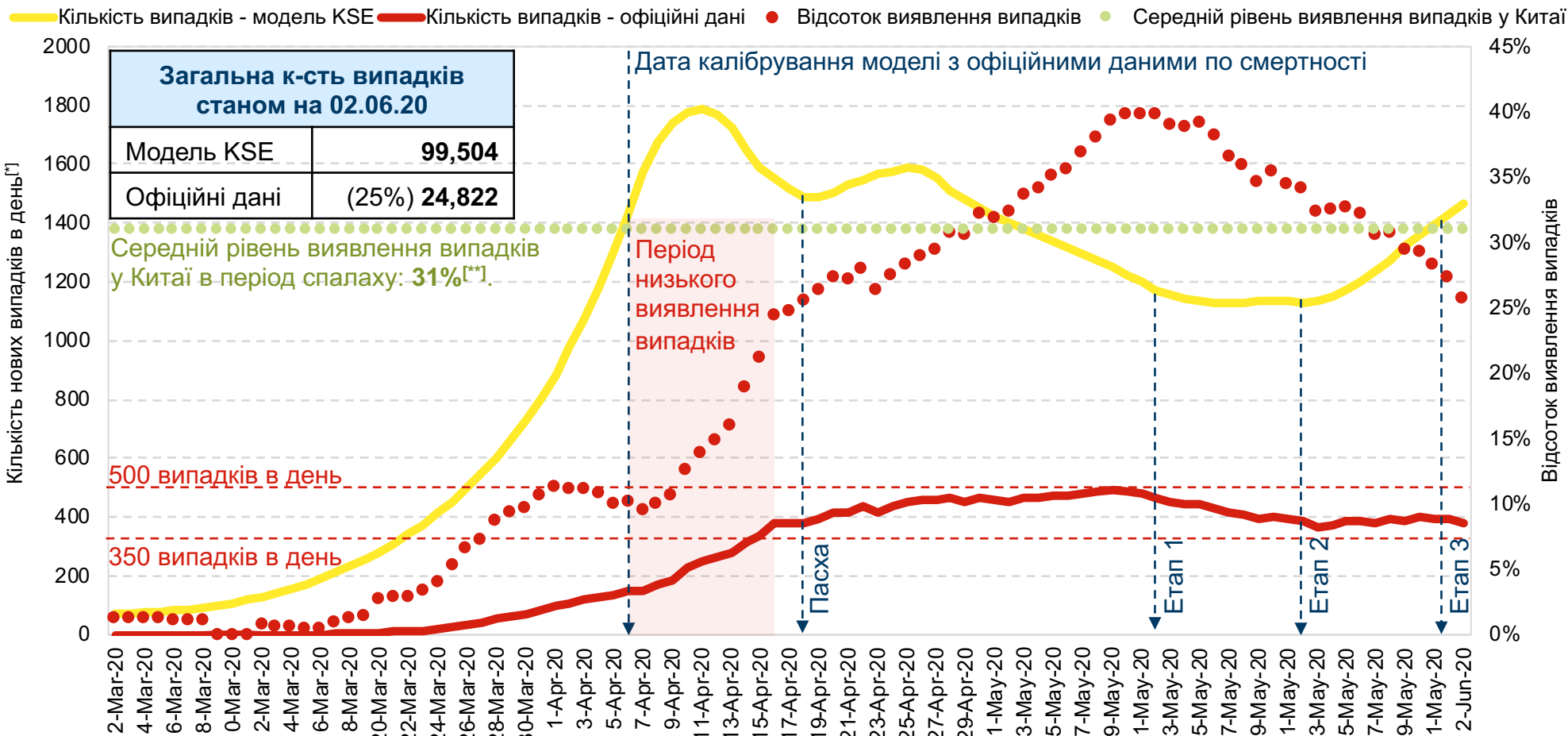


- Динаміка України практично повністю дублює динаміку Польщі, із затримкою в 1-2 тижні

[\*] З метою згладжування коливань, показник на кожен дату усереднений за останній тиждень

Джерела: оперативний моніторинг НСЗУ по Україні, University of Oxford (OxGRT database), аналіз KSE

# Україна знаходиться на плато з моменту введення інтервенцій у березні 2020 – результат моделювання

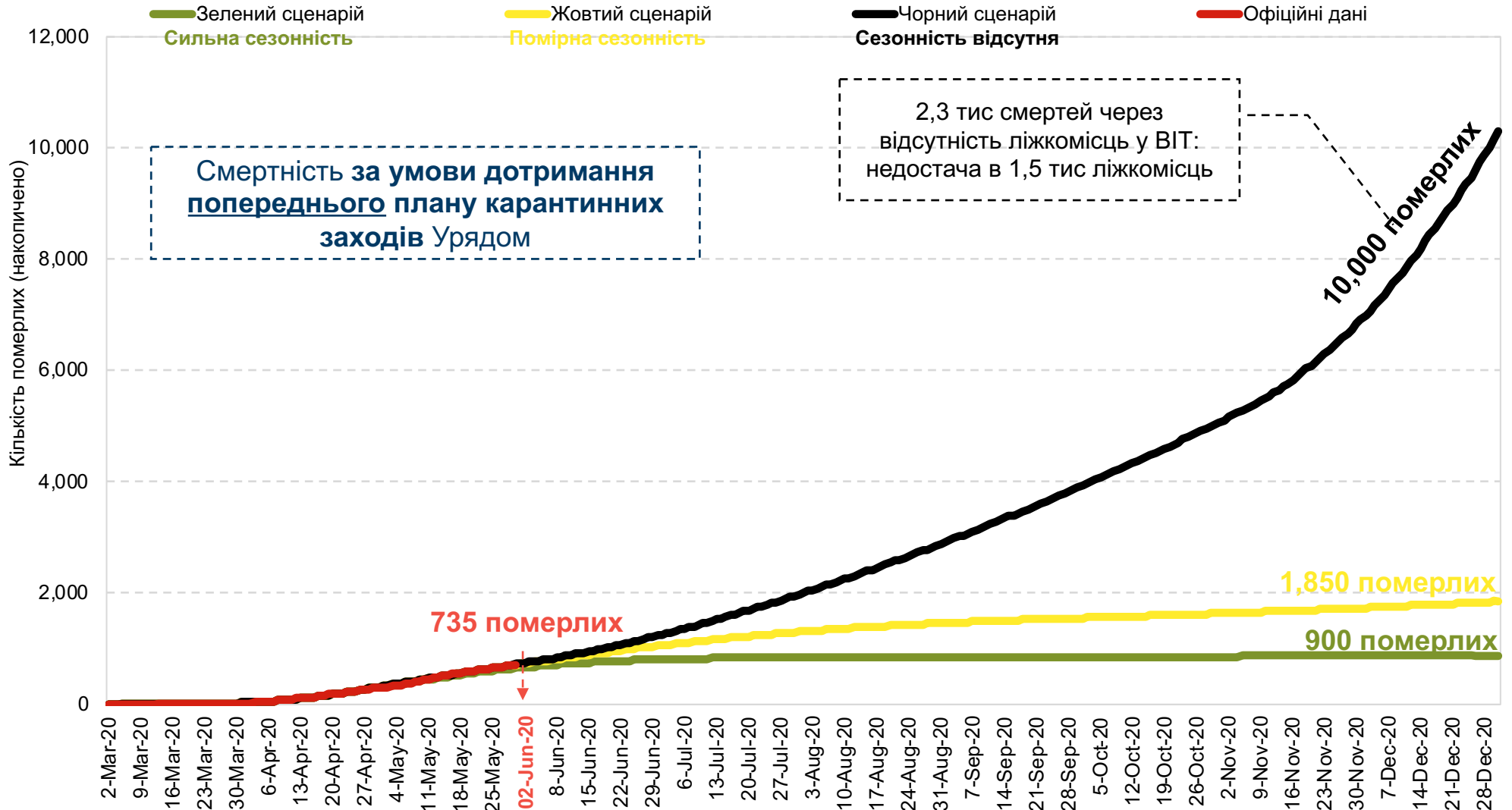


- З середини квітня відсоток виявлення випадків в Україні співставний із середнім відсотком виявлення випадків у Китаї в період спалаху

[\*] З метою згладжування коливань, показник на кожен дату усереднений за останній тиждень

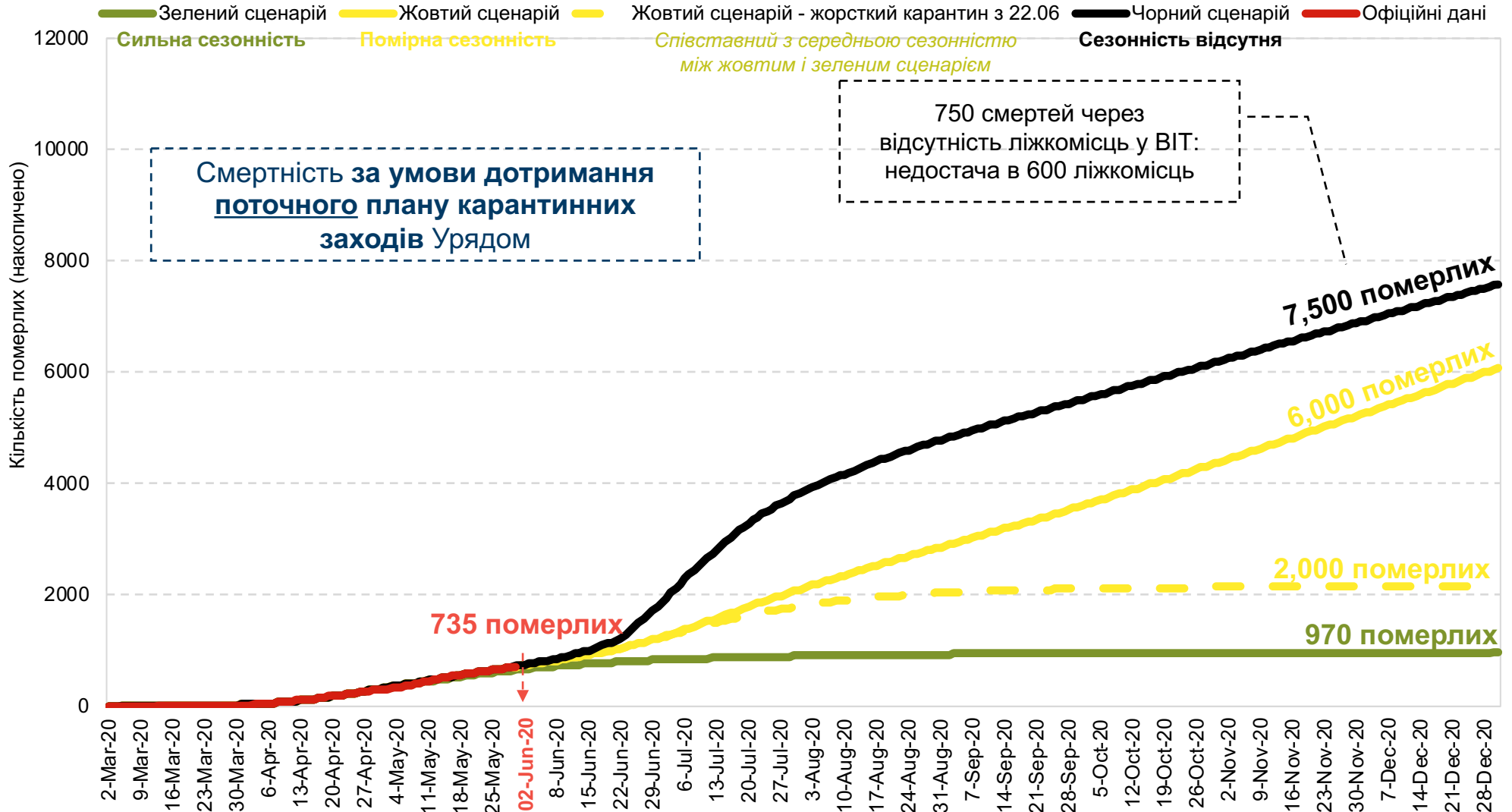
[\*\*] Розрахований шляхом співвідношення даних аналізу китайського CDC (“case based”) та Imperial College London (“infection based”).

# Кількість смертей за різних сценаріїв складає від 900 до 10,000 осіб, за умови дотримання попереднього плану зняття обмежень Урядом

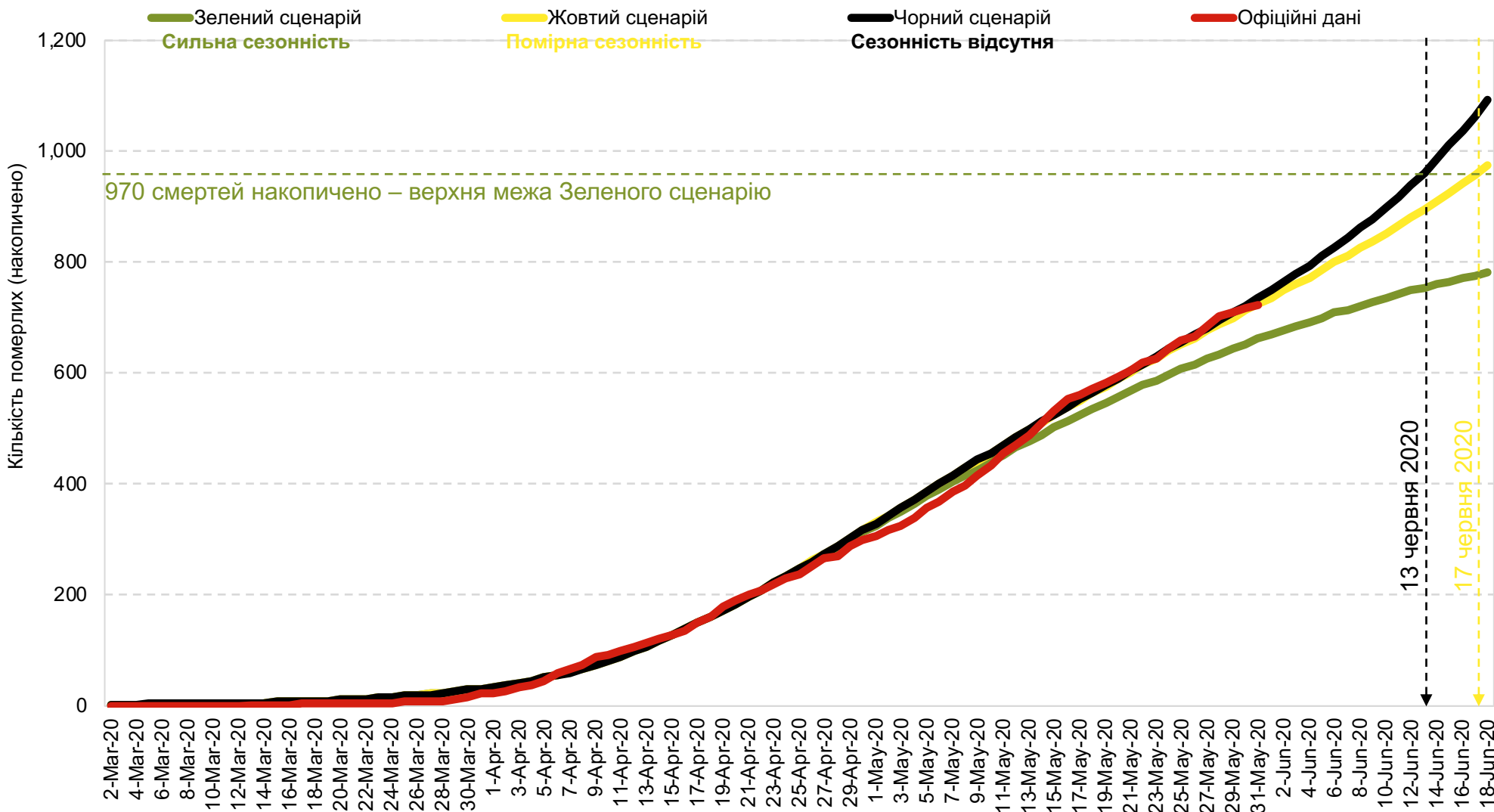




# Кількість смертей за різних сценаріїв складає від 970 до 7,500 осіб, за умови дотримання поточного плану зняття обмежень Урядом



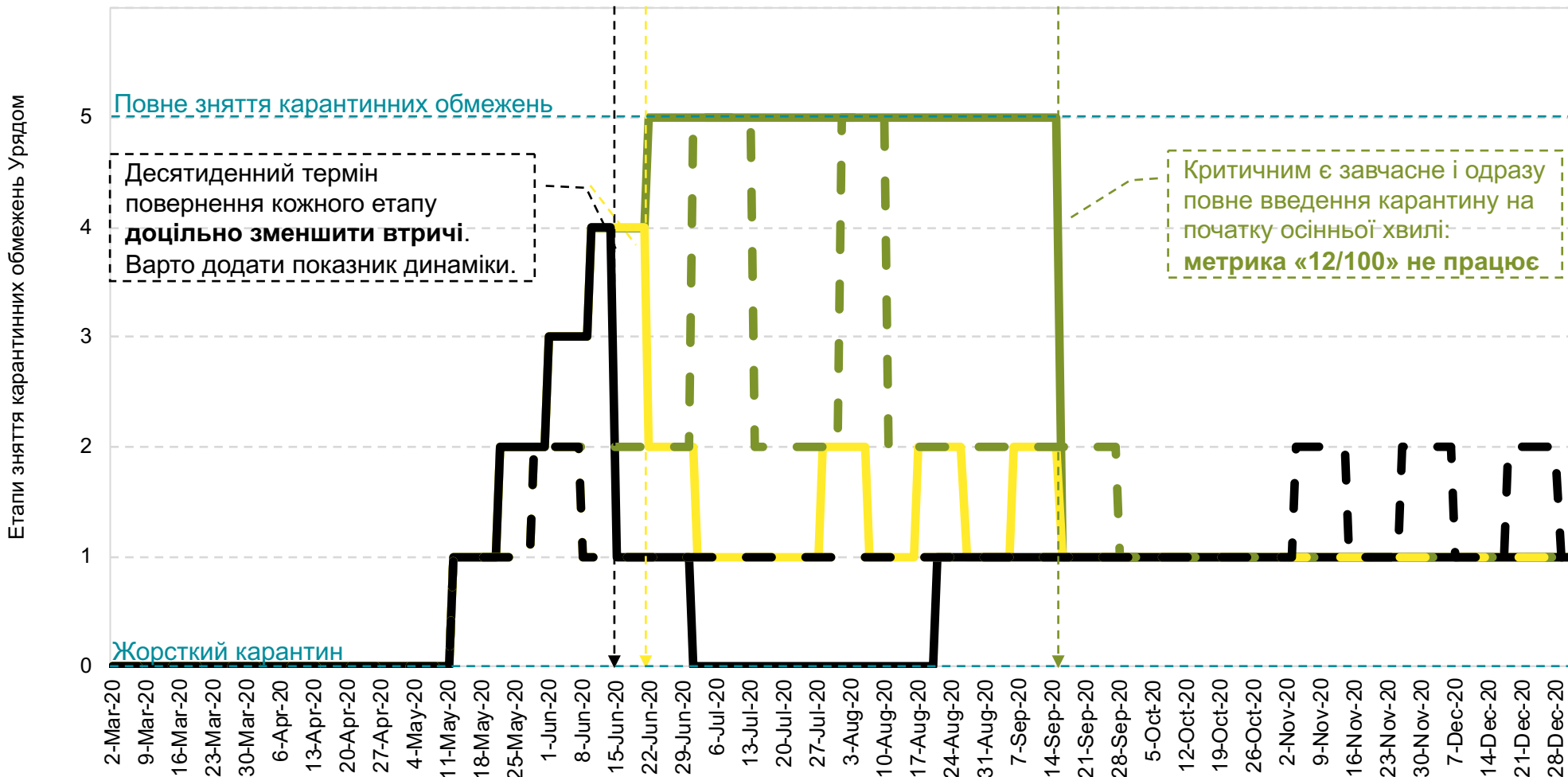
# Реальні дані по смертності відповідають жовтому і чорному сценарію. Наступні два тижні будуть показовими у визначенні сезонності



Джерела: Оперативний моніторинг НСЗУ ситуації довкола COVID-19, модель KSE

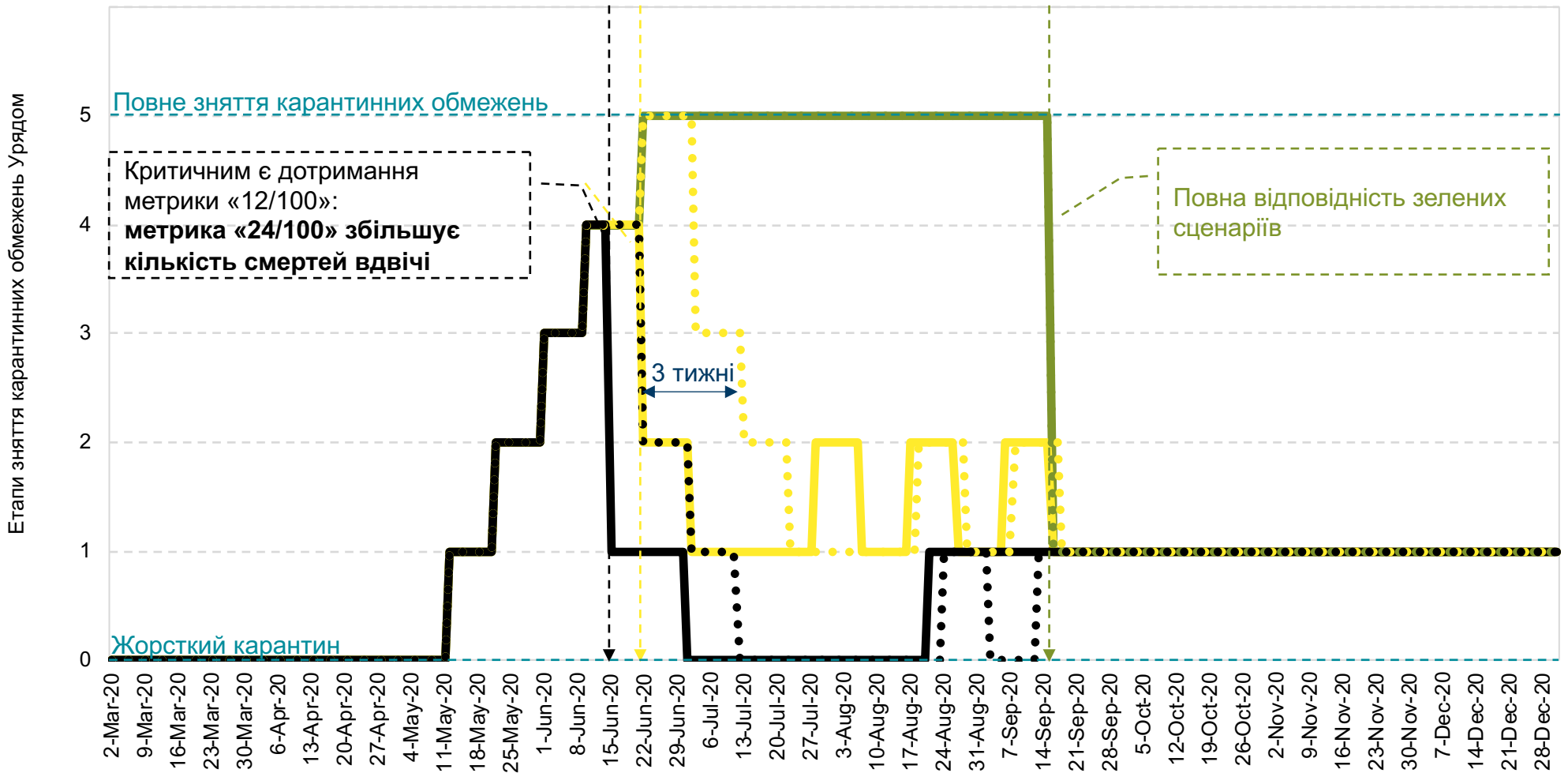
# За зеленого сценарію, карантинні обмеження можуть повернутися восени. За жовтого і чорного – вже цього місяця

- Зелений сценарій - поточний
- Жовтий сценарій - поточний
- Чорний сценарій - поточний
- Зелений сценарій - попередній
- Жовтий сценарій - попередній
- Чорний сценарій - попередній



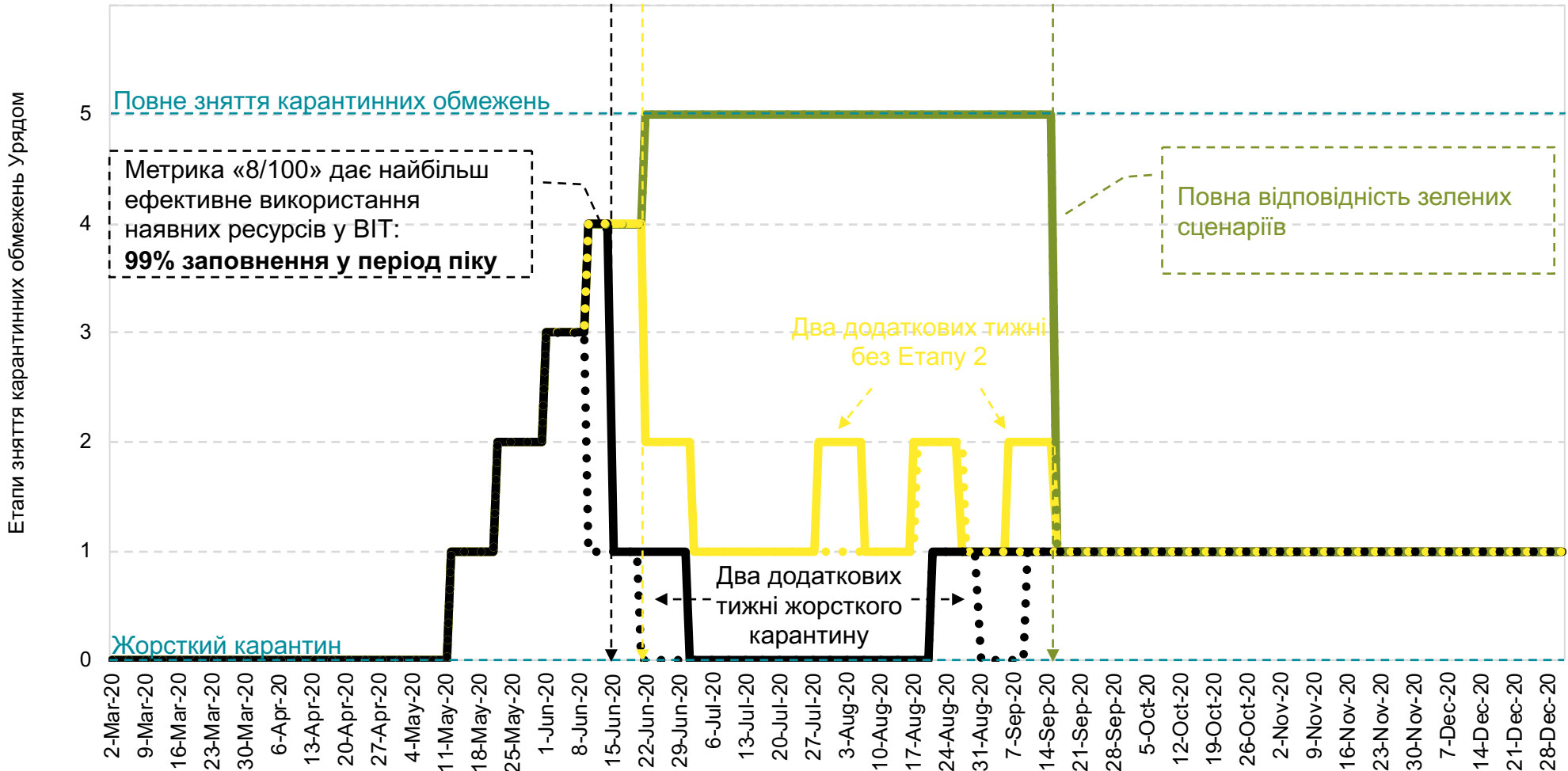
# Метрика «24/100» не є ефективною у поверненні карантинних заходів – вдвічі більша смертність за співставного послаблення карантину

- Зелений сценарій - поточний
- Жовтий сценарій - поточний
- Чорний сценарій - поточний
- Зелений сценарій - 24/100
- Жовтий сценарій - 24/100
- Чорний сценарій - 24/100



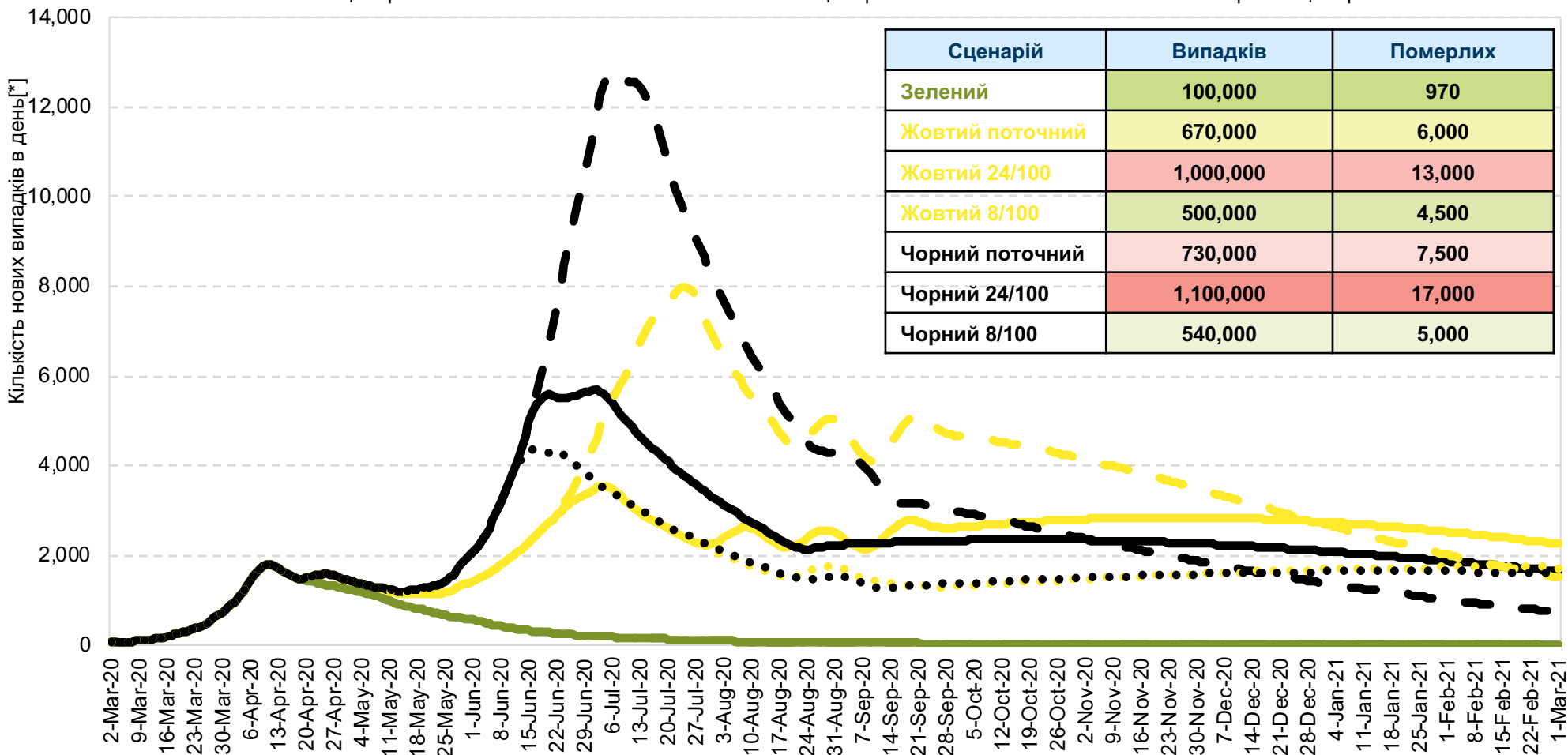
# Метрика «8/100» зменшує кількість смертей у чорному та жовтому сценаріях на 25% – до 5,000 та 4,500 відповідно. Зелений без змін

- Зелений сценарій - поточний
- Жовтий сценарій - поточний
- Чорний сценарій - поточний
- Зелений сценарій - 8/100
- Жовтий сценарій - 8/100
- Чорний сценарій - 8/100



# Чорний сценарій з метрикою «8/100» є більш м'яким за альтернативні жовті сценарії

- Зелений сценарій - поточний
- Жовтий сценарій - поточний
- Чорний сценарій - поточний
- Зелений сценарій - 24/100
- Жовтий сценарій - 24/100
- Чорний сценарій - 24/100
- Зелений сценарій - 8/100
- Жовтий сценарій - 8/100
- Чорний сценарій - 8/100



Джерела: модель KSE

[\*] З метою згладжування коливань, показник на кожен дату усереднений за останній тиждень

## Висновки та рекомендації

- Поширення COVID-19 у світі в цілому відповідає загальній сезонній динаміці грипopodobних захворювань за винятком двох країн Східної Європи. Поширення захворювання в країнах субтропічного клімату є швидшим за сезонне затухання в країнах помірною клімату – **світ входить в новий пік, не вийшовши з попереднього.**
- За даними моделі, загальна кількість випадків наразі складає близько **100,000** осіб vs. **25,000** офіційно підтверджених. Україна виявляє нові випадки співставно з Китаєм в його період спалаху захворювання – **31%**.
- Україна наразі йде за **жовтим і чорним** сценарієм: від **2,000 до 7,500** померлих станом на кінець 2020. За зеленого сценарію, карантинні обмеження можуть повернутися восени. За жовтого і чорного – вже цього місяця
- **Впровадження адаптивного карантину** з поступовим зняттям обмежень та нечутливими до щоденних коливань метриками **є, в цілому, правильним рішенням.** Несвоєчасне зняття/повернення карантинних заходів призводить до зростання кількості смертей.
- За зеленого сценарію, на початку нової хвилі захворюваності восени рекомендується вводити карантин у повному обсязі. За жовтого і чорного сценарію, для своєчасного повернення карантинних заходів рекомендується додати **показник динаміки та знизити період до наступного повернення етапів** втричі.
- **Впровадження метрики «24/100» не є ефективним** у поверненні карантинних заходів – вдвічі більша смертність за співставного послаблення карантинних заходів.
- **Рекомендованою метрикою** у поверненні карантинних заходів є «8/100»:
  - **найбільш ефективно використання наявних ресурсів** у ВІТ: 99% зайнятості ліжкомісць у ВІТ у період піку за чорного сценарію та 80% за жовтого сценарію, відсутність ситуації нестачі ресурсу у ВІТ;
  - **на чверть менша смертність** за співставного послаблення карантинних заходів
  - відповідає поточному рівню загальнонаціонального «плато».

Дякуємо!



## Показники розповсюдження захворювання

Показник / значення	Опис показника
Базове репродуктивне число <b><math>R_0 = 2.0 / 2.2 / 2.5</math></b> <sup>[1]</sup>	Середня кількість другорядних заражень, що виникають у разі потрапляння однієї інфікованої особи у повністю чутливу до інфекції популяцію <sup>[2]</sup>
Період без заразності <b><math>T_{inc} = 4.6</math> днів</b> <sup>[3],[4]</sup>	Розрахований як інкубаційний період 5.1 день <sup>[3]</sup> мінус 0.5 днів <sup>[4]</sup> (період до закінчення інкубаційного періоду, коли хвора особа вже є заразною)
Період активної заразності <b><math>T_{inf} = 5</math> днів</b> <sup>[5]</sup>	Середній період від проявлення симптомів до ізоляції (самоізоляція або госпіталізація)
Початкове число хворих <b><math>e_0 = 1</math> особа</b>	Припускається, що хвора особа знаходиться на самому початку інкубаційного періоду
Розмір населення <b><math>N = 41,983,564</math> осіб</b> <sup>[6]</sup>	Чисельність постійного населення України станом на 01.01.2019
Частка чутливого населення <b><math>s_{base} = 15\% / 30\% / 100\%</math></b> <sup>[7]-[10]</sup>	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 Neffjati-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](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 (Gangelt 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: <b>1.47%</b> <sup>[11]-[13]</sup>	Розраховується як частка інфікованих з дихальною недостатністю, шоком або поліорганною недостатністю <sup>[13]</sup>
Частка випадків середньої тяжкості: <b>4.34%</b> <sup>[11]-[13]</sup>	Розраховується як частка інфікованих з задишкою, гіпоксією або >50% ураження легень при візуалізації <sup>[13]</sup>
Частка випадків помірної тяжкості: <b>94.19%</b> <sup>[11]-[13]</sup>	Розраховується як частка інфікованих, що є не підпадають під категорії середньої і високої тяжкості (безсимптомні хворі + симптомні хворі від легких симптомів до легкої пневмонії) <sup>[13]</sup>
Загальний показник смертності: <b>0.99%</b> <sup>[6],[11]</sup>	Імовірність смерті інфікованої особи, розраховується як відсоток померлих відносно всіх інфікованих (IFR, не CFR)
Смертність у випадках високої тяжкості: <b>49%</b> <sup>[12],[13]</sup>	Імовірність смерті інфікованої особи з високою ступінню тяжкості
Смертність у випадках середньої тяжкості: <b>6.13%</b> <sup>[14]</sup>	Імовірність смерті інфікованої особи з середньою ступінню тяжкості
Смертність у випадках помірної тяжкості: <b>0.0%</b> <sup>[14]</sup>	Імовірність смерті інфікованої особи з помірною ступінню тяжкості

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

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

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

<sup>[14]</sup> KSE Institute analysis

## Показники клінічної динаміки (продовження)

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

<sup>[15]</sup> HIQA, Evidence summary for average length of stay in the intensive care unit for COVID-19, April 1, 2020

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

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