

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень
Міжвідомча ініціативна група з математичного прогнозування
розвитку епідемії COVID-19

(Створена Наказом Директора Інституту 19 березня 2020 р. № 16)

Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні
на період 14 – 20 грудня 2020 р.

1. Загальні положення

Прогнозування основних показників розвитку епідемії COVID-19 в Україні Міжвідомчою робочою групою (МРГ) ІПРЕЕД НАН України здійснюється щотижнево з використання різних математичних моделей та методів прогнозування на 7-денний (тижневий основний) та 28-денний (4-тижневий приблизний, оціночний) прогнозні періоди, починаючи з понеділка першого прогнозного тижня.

Крім авторської системної моделі епідемії типу SEIRD, в рамках консенсус-прогнозування використовуються моделі SARIMA, ETS (Holt-Winters 'seasonal method), TCM і авторський метод статистичного моделювання часових рядів з сезонною компонентою. На стадії апробації знаходяться моделі, що розробляються МРГ за допомогою пакета статистичного моделювання FB Prophet.

На основі часткових прогнозів будуються інтервальний та узагальнений консенсус-прогноз.

Інтервальний прогноз відображає прогнозний коридор, що формують часткові прогнози, і містить мінімальні та максимальні прогнозні значення основних показників епідемії.

Консенсус-прогноз є усередненням часткових прогнозів.

Поточні основні наукові цілі МРГ – підвищення точності прогнозування динаміки добових показників епідемії COVID-19 в Україні як запорука належної точності прогнозу епідемії в цілому та удосконалення техніки консенсус-прогнозування.

Розміщення прогнозів на WEB-сторінках ІПРЕД НАН України здійснюється кожен тиждень, що передую першому прогнозованому тижню.

Оцінка точності прогнозів здійснюється за допомогою низки загальноприйнятих в світовій практиці прогнозування показників точності прогнозів в тиждень після закінчення першого прогнозованого тижня.

Дата спостереження (прогнозу) відповідає даті оприлюднення офіційних статистичних даних.

Позначення:

R_t – коефіцієнт поширення інфекції, захворювання (менше одиниці при згортанні епідемії);

AAG – середній абсолютний приріст інфікованих (при згортанні епідемії має тенденцію, що знижується);

I_{TC} – індекс летальності, що обчислюється за кількістю інфікованих;

I_{CC} – індекс летальності, що обчислюється за кількістю закритих випадків;

IP – індикатор прогресу, що є відношенням обох індексів летальності і дорівнюється 1 лише на момент завершення епідемії (коли кількість закритих випадків співпадає з загальною кількістю інфікованих).

WEB-сторінки ІПРЕД НАН України:

<https://www.facebook.com/ab.alyokhin/>

<https://www.facebook.com/MATHMODELCOVID19>

<https://t.me/mathmodelcovid19>

2. Оцінка точності попереднього консенсус-прогнозу (Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на період 7– 13 грудня 2020 р.)

Результати оцінки точності консенсусу-прогнозу представлені в таблиці. 1-3.

В табл. 1 наведено прогнозні та фактичні значення основних накопичувальних показників епідемій COVID-19 в Україні за 7-денний період, абсолютний (AE) та відносний (PE) похибка добових показників, а також середня абсолютна помилка (MAE) та середня абсолютна помилка в процентах (MAPE), включаючи цю ж оцінку MAPE наростаючим підсумком.

В табл. 2 наведено дані за аналогічними добовими показниками епідемій COVID-19 в Україні.

У табл. 3. наведені аналогічні дані для показників летальності І (ТС), І (СС), індикатора прогресу ІР і середнього абсолютного приросту інфікованих ААГ.

Table 1. Mc: Forecasts. Statistics, Forecast error estimates, Ukraine

Date	Total Cases					Deaths					Recovered					Active Cases				
	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE
07.12.2020	824 250	821 947	2 303	0,28%	0,28%	13 733	13 733	0	0,00%	0,00%	424 948	423 704	1 244	0,29%	0,29%	385 569	384 510	1 059	0,28%	0,28%
08.12.2020	836 893	832 758	4 135	0,50%	0,39%	13 952	13 928	24	0,18%	0,09%	435 126	436 564	1 438	0,33%	0,31%	387 815	382 266	5 549	1,45%	0,86%
09.12.2020	850 400	845 343	5 057	0,60%	0,46%	14 184	14 204	20	0,14%	0,11%	447 527	451 118	3 591	0,80%	0,47%	388 689	380 021	8 668	2,28%	1,34%
10.12.2020	864 813	858 714	6 099	0,71%	0,52%	14 426	14 470	44	0,31%	0,16%	460 738	465 021	4 283	0,92%	0,59%	389 649	379 223	10 426	2,75%	1,69%
11.12.2020	880 045	872 228	7 817	0,90%	0,60%	14 670	14 755	85	0,58%	0,24%	474 524	480 348	5 824	1,21%	0,71%	390 851	377 125	13 726	3,64%	2,08%
12.12.2020	894 846	885 039	9 807	1,11%	0,68%	14 907	14 998	91	0,61%	0,30%	487 645	494 001	6 356	1,29%	0,81%	392 295	376 040	16 255	4,32%	2,45%
13.12.2020	907 671	894 215	13 456	1,50%	0,80%	15 097	15 154	57	0,38%	0,31%	496 318	501 564	5 246	1,05%	0,84%	396 255	377 497	18 758	4,97%	2,81%
MAE/MAPE			6 953		0,80%			46		0,31%			3 997		0,84%			10 634		2,81%
MAPE (min)					0,55%					0,13%					0,49%					2,12%

Table 2. Mc: Forecasts. Statistics, Forecast error estimates (ii), Ukraine

Date	Increase in Total Cases					Increase in Deaths					Increase in Recovered Cases				
	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE
07.12.2020	10 944	8 641	2 303	26,65%	26,65%	145	145	0	0,34%	0,34%	6 367	5 123	1 244	24,28%	24,28%
08.12.2020	12 643	10 811	1 832	16,94%	21,80%	219	195	24	12,27%	6,30%	10 178	12 860	2 682	20,86%	22,57%
09.12.2020	13 507	12 585	922	7,33%	16,97%	232	276	44	16,07%	9,56%	12 401	14 554	2 153	14,79%	19,98%
10.12.2020	14 414	13 371	1 043	7,80%	14,68%	242	266	24	9,19%	9,47%	13 212	13 903	691	4,97%	16,23%
11.12.2020	15 231	13 514	1 717	12,71%	14,29%	245	285	40	14,21%	10,42%	13 785	15 327	1 542	10,06%	14,99%
12.12.2020	14 802	12 811	1 991	15,54%	14,49%	237	243	6	2,44%	9,09%	13 121	13 653	532	3,90%	13,14%
13.12.2020	12 824	9 176	3 648	39,76%	18,10%	190	156	34	21,64%	10,88%	8 674	7 563	1 111	14,69%	13,36%
MAE/MAPE			1 922		18,10%			25		10,88%			1 422		13,36%
MAPE (min)					13,38%					9,50%					7,43%

Table 3. Mc: Forecasts. Statistics, Forecast error estimates (III), Ukraine

Date	I _{TC}					I _{CC}					IP					AAG				
	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE	Forecast	Statistics	AE	PE	MAPE
07.12.2020	1,67%	1,67%	0,00%	0,28%	0,28%	3,13%	3,14%	0,01%	0,28%	0,28%	53,22%	53,22%	0,00%	0,00%	0,00%	2 954	2 946	8	0,28%	0,28%
08.12.2020	1,67%	1,67%	0,01%	0,32%	0,30%	3,11%	3,09%	0,02%	0,49%	0,39%	53,66%	54,10%	0,44%	0,81%	0,41%	2 989	2 974	15	0,50%	0,39%
09.12.2020	1,67%	1,68%	0,01%	0,73%	0,44%	3,07%	3,05%	0,02%	0,64%	0,47%	54,29%	55,05%	0,75%	1,37%	0,73%	3 026	3 008	18	0,60%	0,46%
10.12.2020	1,67%	1,69%	0,02%	1,01%	0,58%	3,04%	3,02%	0,02%	0,60%	0,50%	54,94%	55,84%	0,89%	1,60%	0,94%	3 067	3 045	22	0,71%	0,52%
11.12.2020	1,67%	1,69%	0,02%	1,46%	0,76%	3,00%	2,98%	0,02%	0,63%	0,53%	55,59%	56,76%	1,18%	2,07%	1,17%	3 110	3 082	28	0,90%	0,60%
12.12.2020	1,67%	1,69%	0,03%	1,69%	0,92%	2,97%	2,95%	0,02%	0,67%	0,55%	56,16%	57,51%	1,35%	2,35%	1,37%	3 151	3 116	35	1,11%	0,68%
13.12.2020	1,66%	1,69%	0,03%	1,85%	1,05%	2,95%	2,93%	0,02%	0,66%	0,57%	56,34%	57,78%	1,44%	2,49%	1,53%	3 185	3 138	47	1,50%	0,80%
MAE/MAPE			0,02%		1,05%			0,02%		0,57%			0,86%		1,53%			25		0,80%

3. Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на період 14– 20 грудня 2020 р.

Всі часткові та інтервальні прогнози, а також консенсус-прогноз розроблено на основі статистичних даних за весь період спостережень.

Примітка.

Рис. 1с-12с містять фактичні дані за весь період спостережень, а також розрахункові (прогнозні) дані на 28-денний (4-тижневий) прогнозний період.

Результати оновлених прогнозних розрахунків представлені на рис. 1-12 з відповідними індексами.

На всіх діаграмах індекс "і" в номерах рисунків вказує на дані інтервального прогнозу, а індекс "с" - на показники консенсус-прогнозу. Інтервальний прогноз складений за найменшими і найбільшими значеннями часткових прогнозів, консенсус-прогноз уявляють собою усереднення часткових прогнозів.

На рис. 1-4 відображені:

- фактичні траєкторії основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні за весь період спостережень;

- розрахункові траєкторії цих показників на 28-денний прогнозний період.

Рис. 1і. Загальна кількість інфікованих

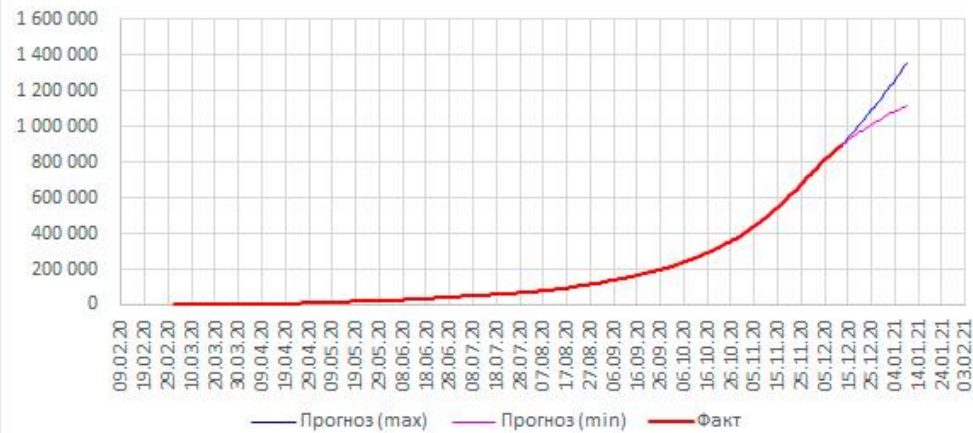


Рис. 2і. Загальна кількість померлих

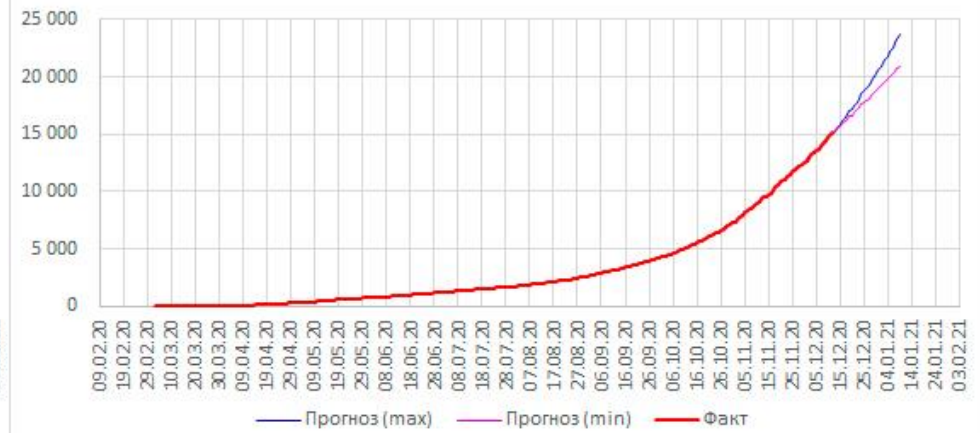


Рис. 3і. Загальна кількість тих, хто одужав

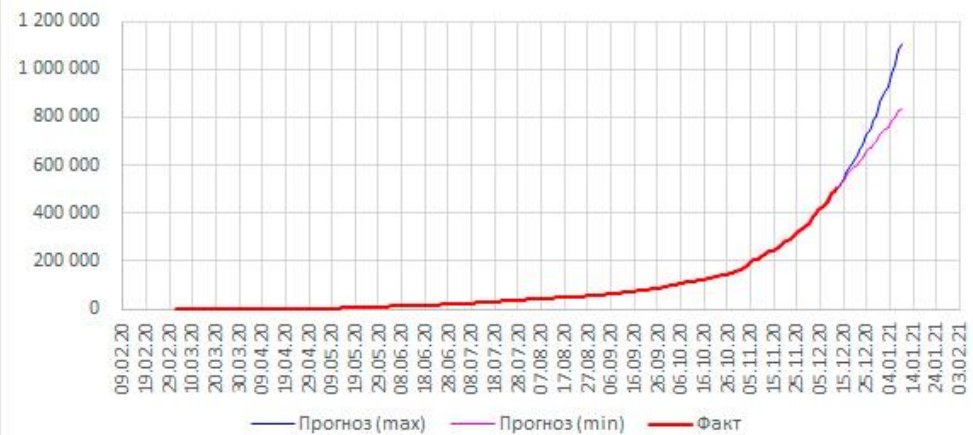
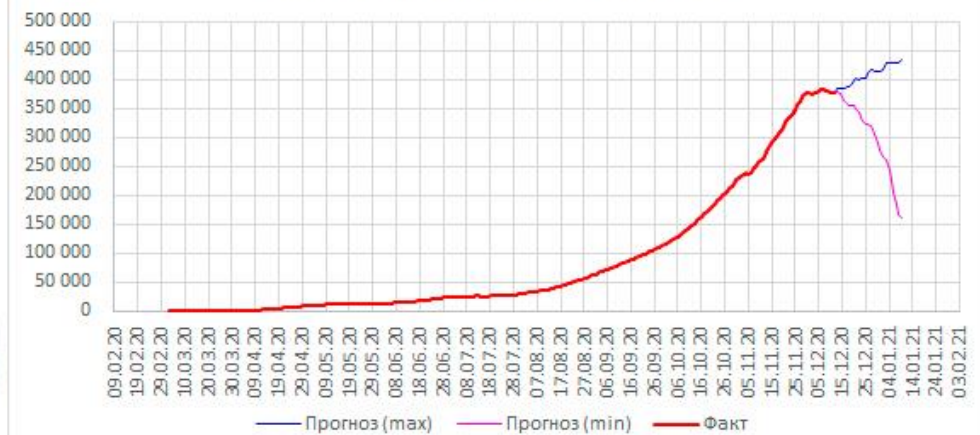
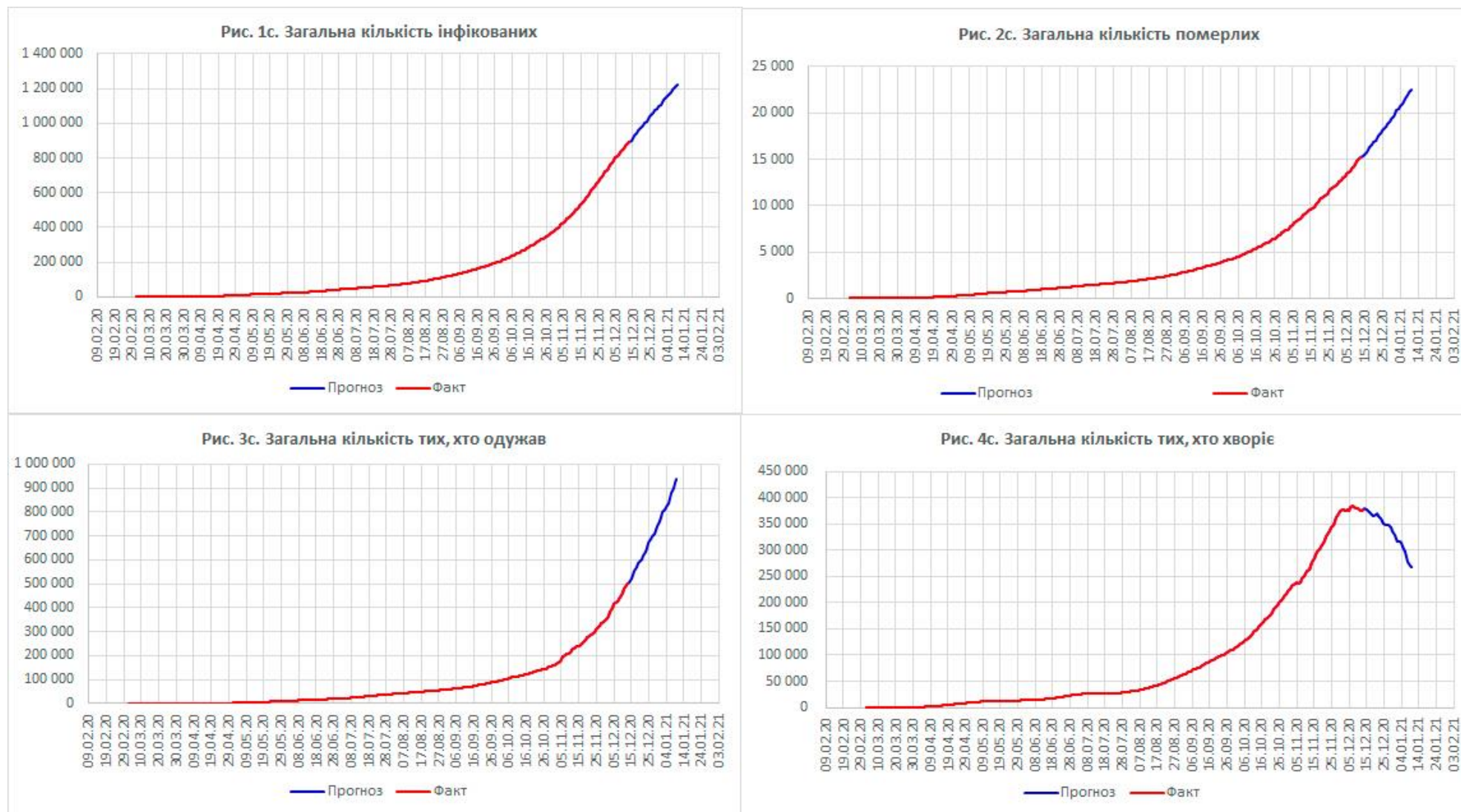


Рис. 4і. Загальна кількість тих, хто хворіє





Діаграми рис. 5-8 відображають:

- фактичні траєкторії основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні за весь період спостережень.
- розрахункові траєкторії цих показників за 28-денний прогностичний період.

Рис. 5i. Добові прирости інфікованих

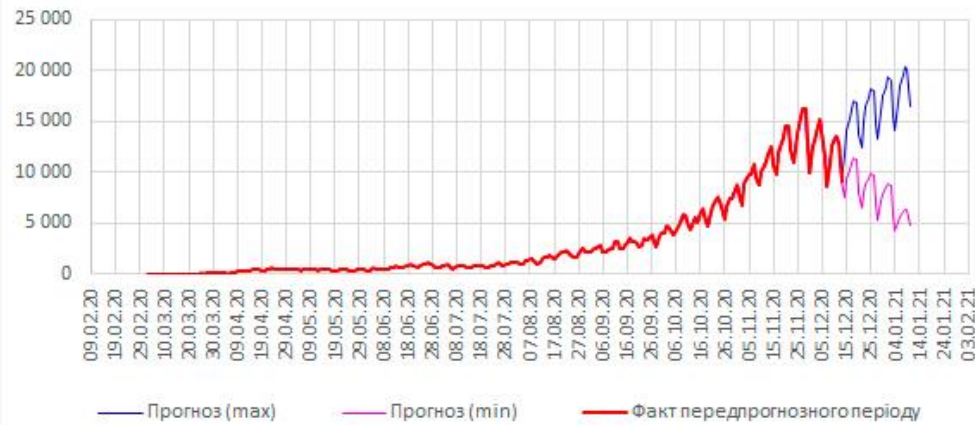


Рис. 6i. Добові прирости померлих

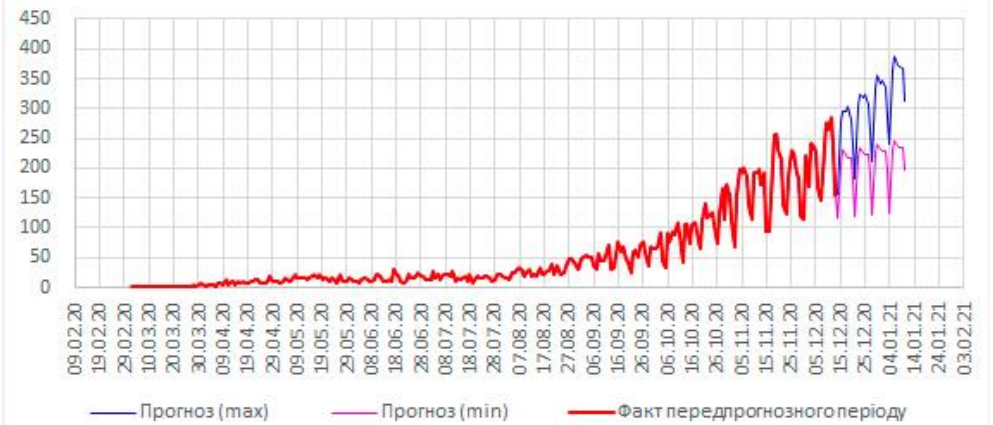


Рис. 7i. Добові прирости тих, хто одужав

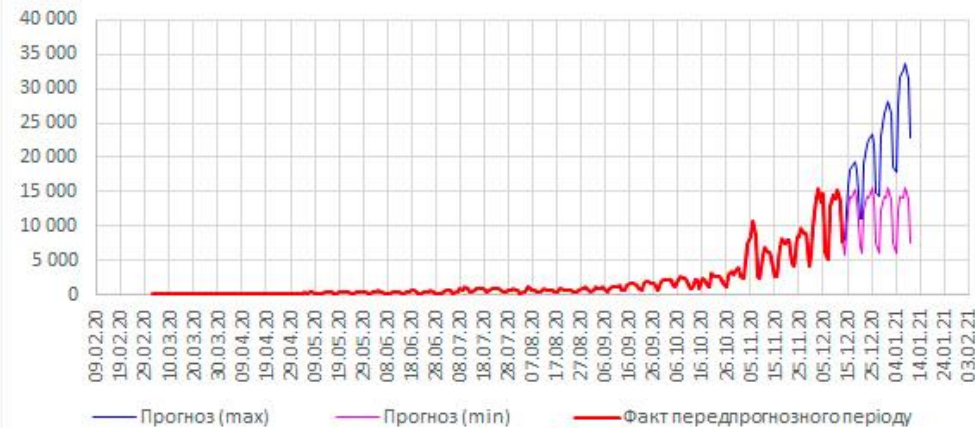


Рис. 8i. Добові прирости тих, хто хворіє

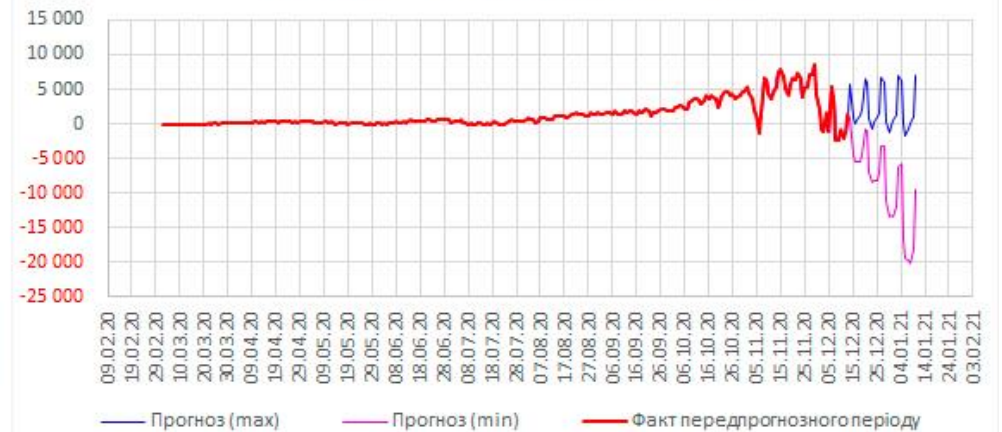


Рис. 5с. Добові прирости інфікованих

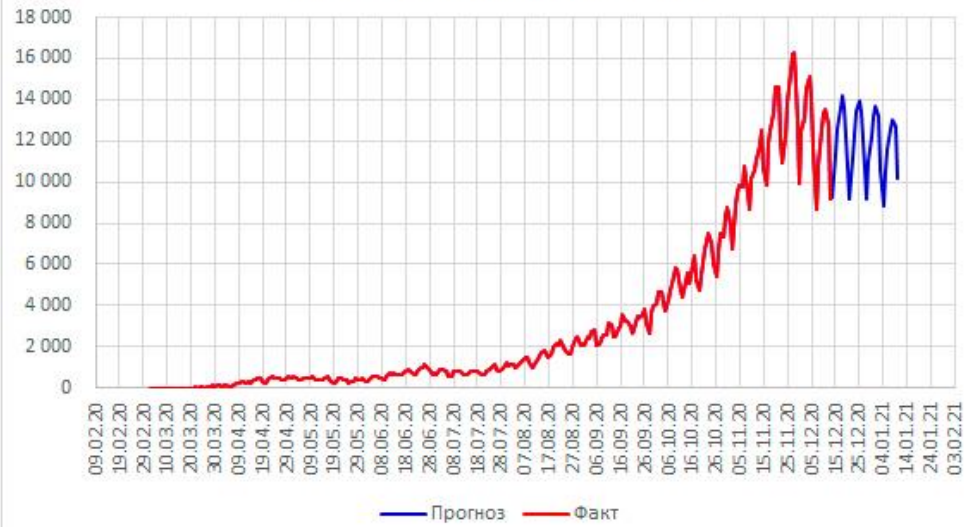


Рис. 6с. Добові прирости померлих

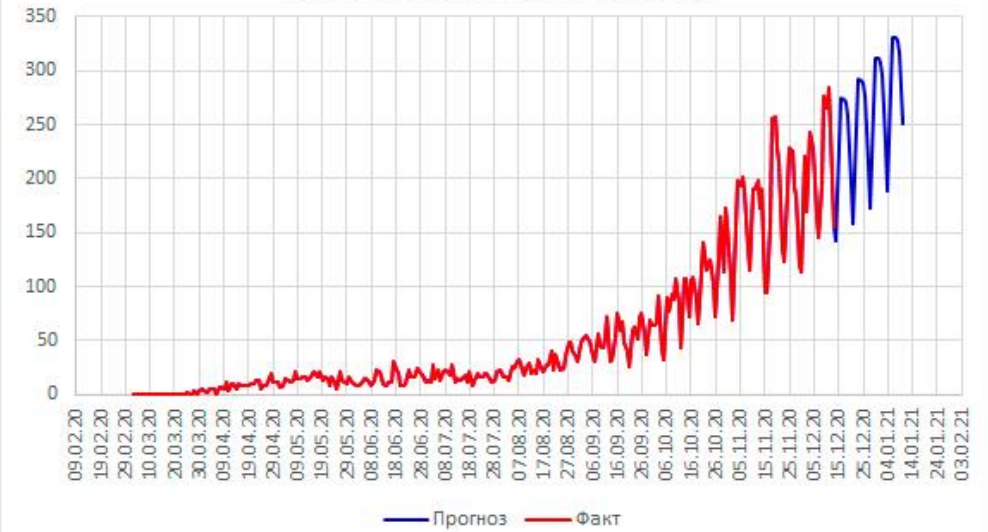


Рис. 7с. Добові прирости тих, хто одужав

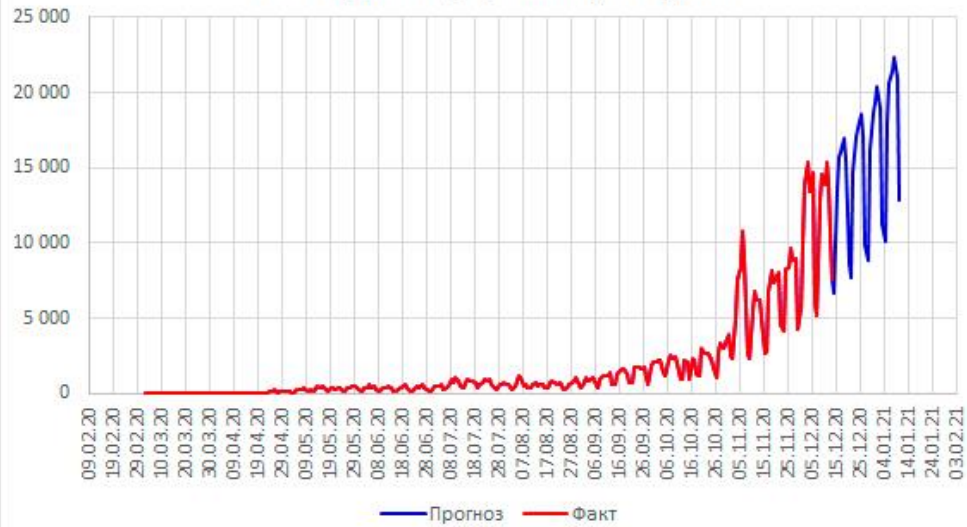
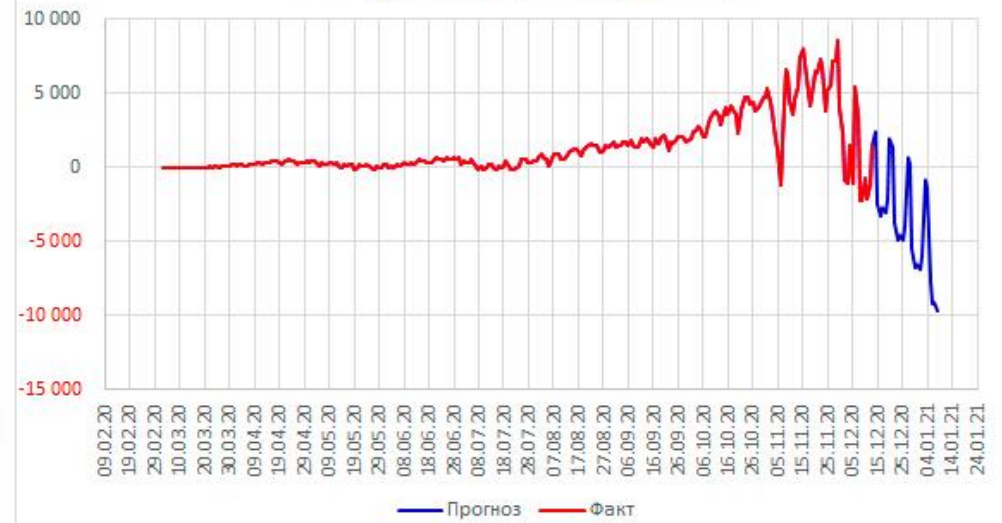


Рис. 8с. Добові прирости тих, що хворіє



На рис. 9-12 наведені:

- фактичні траєкторії основних синтетичних показників епідемії (середній абсолютний приріст інфікованих, показники летальності I_{TC} і I_{CC}), а також індикатор прогресу IP) за весь період спостережень;
- розрахункові траєкторії зазначених показників на 28-денний (4-х тижневий) період прогнозування.

Рис. 9с. Середній абсолютний приріст інфікованих

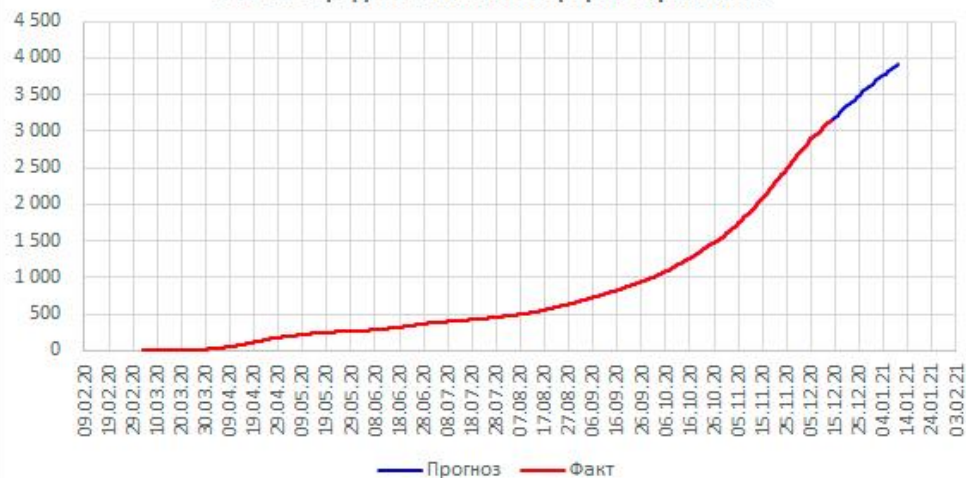


Рис. 10с. Індекс летальності I_{TC}

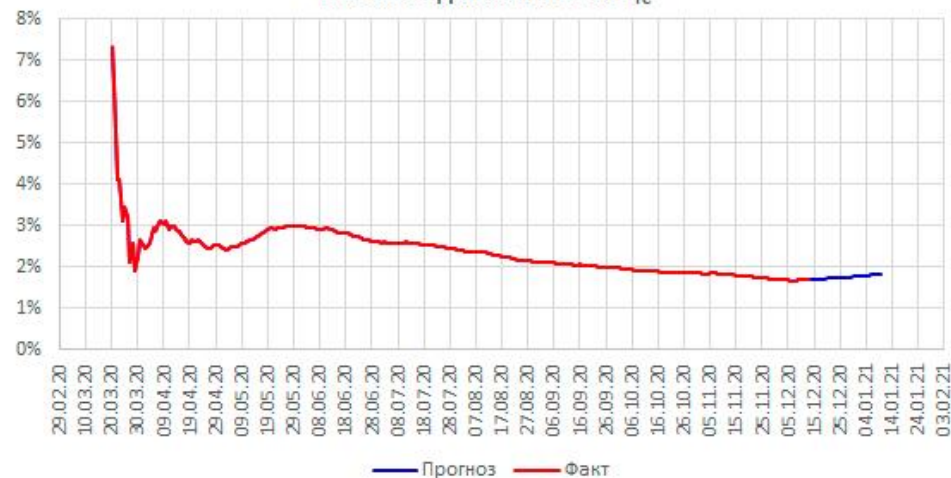


Рис. 11с. Індикатор прогресу IP

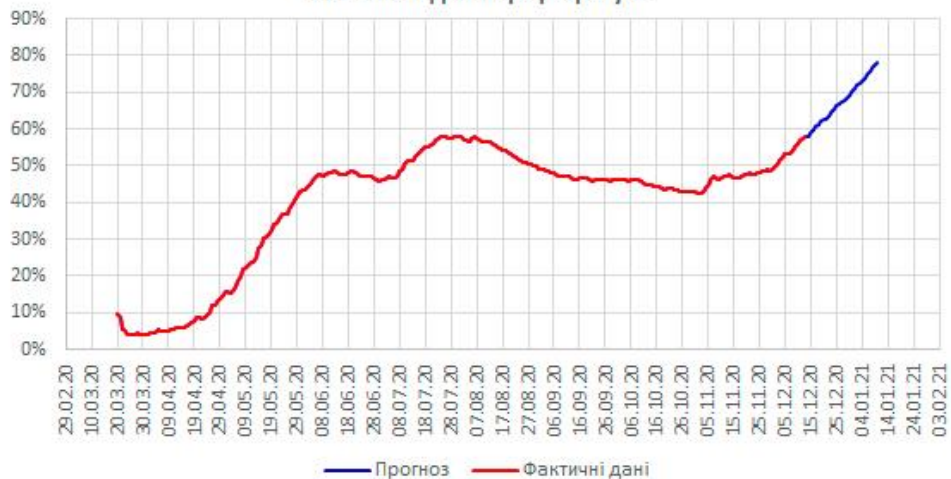
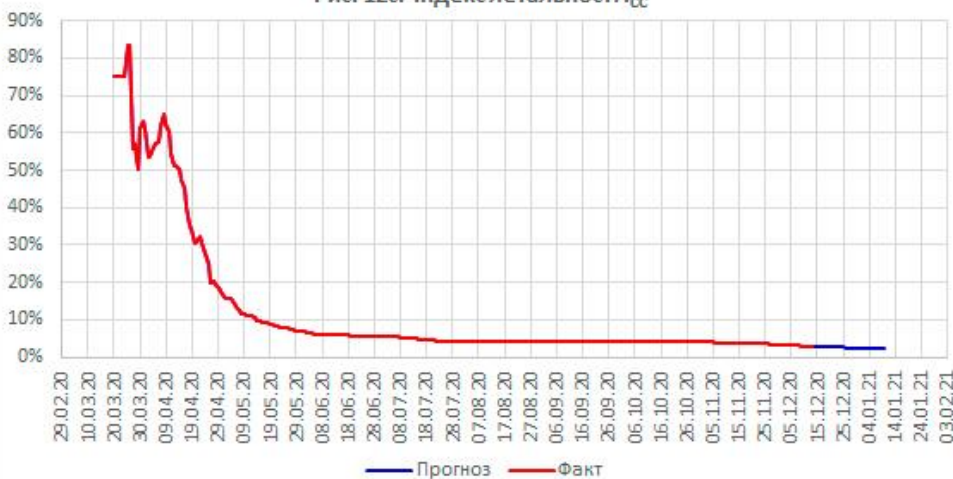


Рис. 12с. Індекс летальності I_{CC}



Результати прогнозування в цілому вказують на те, що говорити про перелом, нехай навіть незначний, в тенденціях розвитку епідемії COVID-19 в Україні ще передчасно. Про це можна буде судити лише тоді, коли цей процес стане більш прогнозованим. Саме про це свідчить наш тривалий позитивний досвід практичного прогнозування епідемії COVID-19 в різних країнах світу.

4. Основні висновки та додаткові відомості

Минулий прогнозний тиждень (7 –13 грудня 2020 р.) на тлі продовження активного поширювання COVID-19 в країні наочно продемонстрував ознаки позитивних зрушень, про що, зокрема, свідчать й оцінки точності прогнозу, рівень похибок та розвиток епідеміологічної ситуації згідно з найбільш оптимістичними з часткових прогнозів.

Епідемія COVID-19 по суті перебуває в стані перехідного періоду, що породжує певні складності в прогнозуванні її подальшого розвитку. В таких умовах точкове консенсус-прогнозування є ефективним інструментом виявлення можливих сценаріїв розвитку подій, що спирається переважно на особливості тих чи інших методів прогнозування та прогнозних моделей і дозволяє звести до мінімуму суб'єктивну складову.

Закономірним наслідком поточного стану епідемії COVID-19 в Україні, високої варіабельності низки показників епідемії є значний рівень розбіжностей в прогнозах, що розробляються за допомогою різних моделей, а також широкі довірчі інтервали прогнозів.

Результати оцінки точності Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 7 –13 грудня 2020 р розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/212407330402170>.

Повні прогнозні данні Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 14 -20 грудня 2020 р., включаючи відповідний графічний матеріал, розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/217328673243369>.