

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 30 листопада – 6 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 чотирьох якісно 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.

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 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 ІПРЕЕД НАН України здійснюється кожену неділю, що передуює першому прогнозному тижню.

Оцінка точності прогнозів здійснюється за допомогою низки загальноприйнятих в світовій практиці прогнозування показників точності прогнозів в неділю після закінчення першого прогнозного 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 ІПРЕЕД 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 23 – 29 листопада 2020 р.)

Незважаючи на застосування в країні карантину вихідного дня, поширення епідемії COVID-19 в Україні все ще зберігає зростаючу тенденцію (див. динаміку коефіцієнта R_t , Fig. 2.1). Тим не менш аналіз точності тижневого прогнозу свідчить про появу деяких ознак можливих позитивних зрушень. Це, насамперед, стосується динаміки показника приросту летальних випадків (рис. 6с Fig. 2.3) і розвитку епідемії згідно з найбільш оптимістичним з часткових прогнозів (рис. 5і, рис. 6і, рис. 8і, Fig. 2.4).

Примітки.

1. Всі рисунки містять фактичні дані за весь період спостережень, включаючи 1-й прогнозний тиждень, та розрахункові (прогнозні) дані на 28-денний прогнозний період в цілому.
2. Зеленим кольором позначено наявні на момент розробки прогнозу статистичні дані, червоним – статистичні дані минулого підперіоду прогнозного періоду.

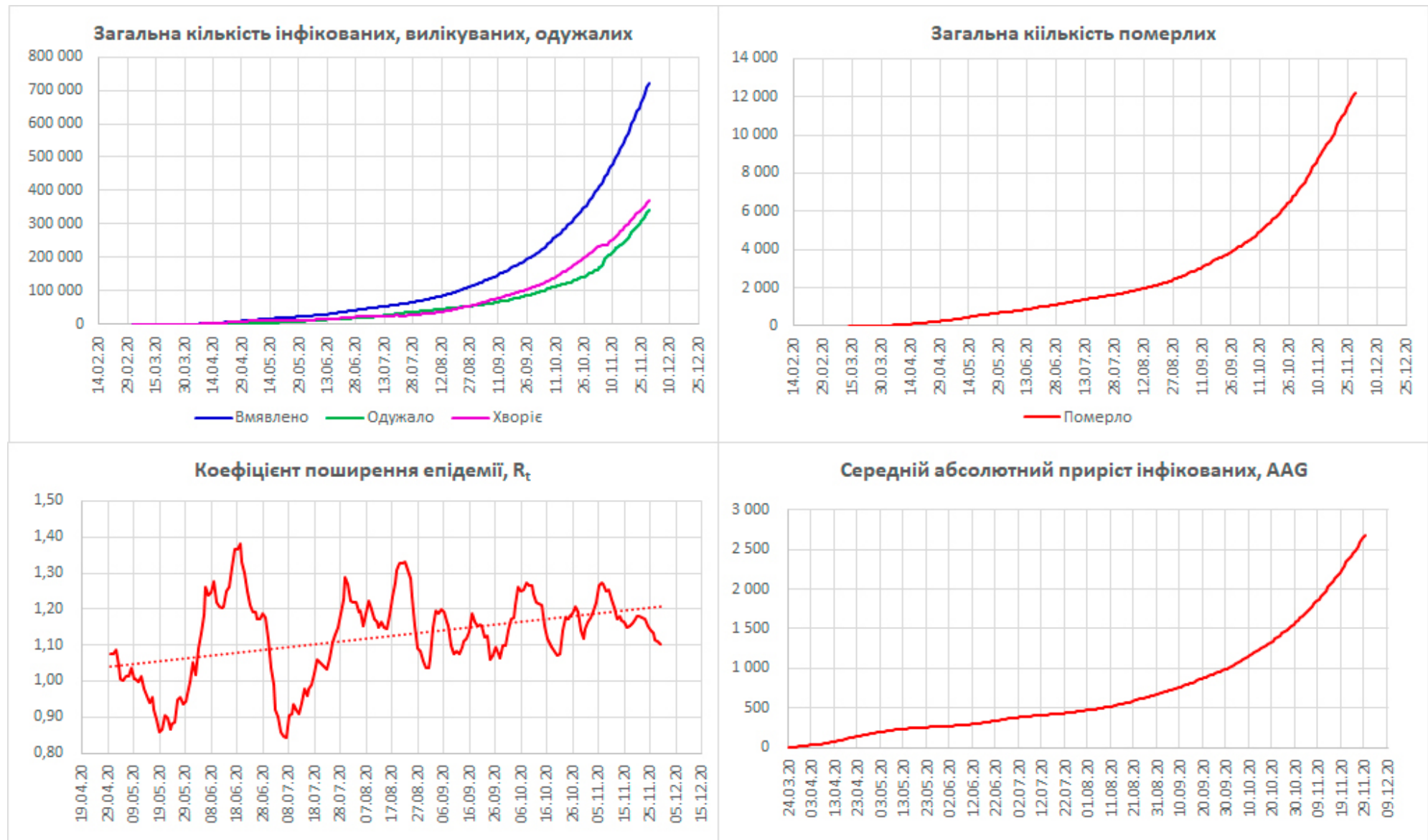


Fig. 2.1. Фактична динаміка основних показників епідемії COVID-19 в Україні

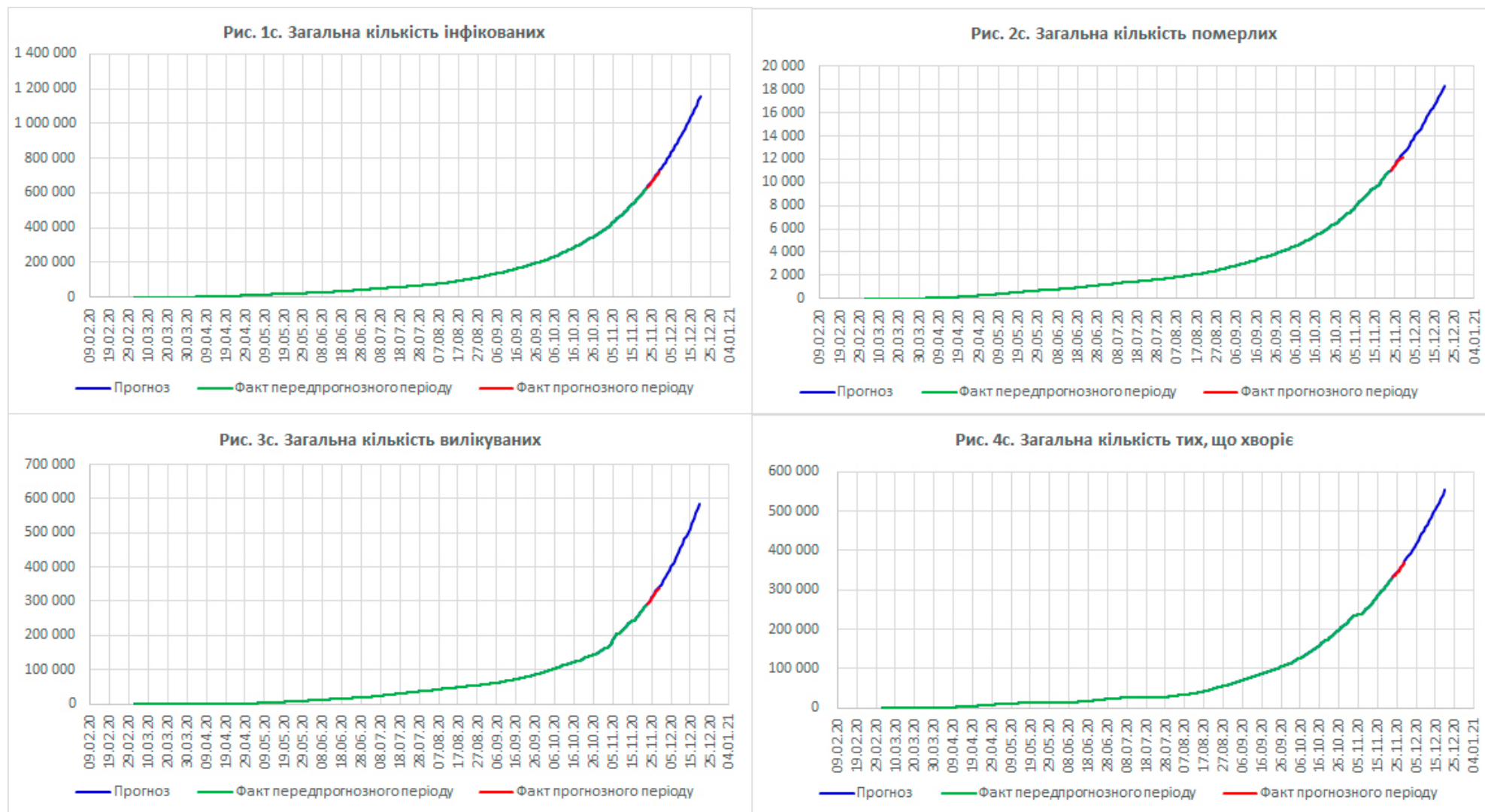


Fig. 2.2. Фактичні та прогнозні (консенсус-прогноз) траєкторії основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

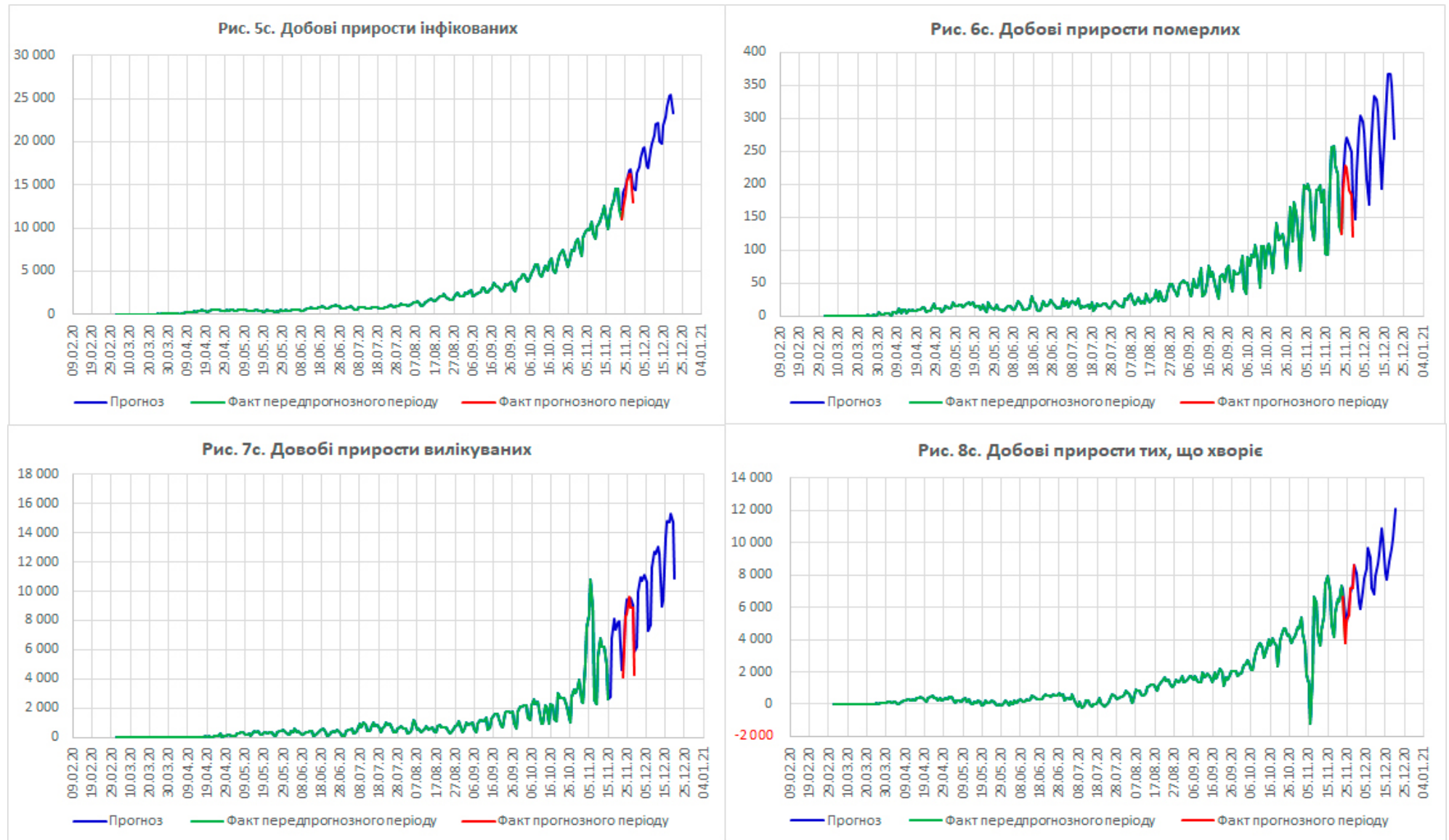


Fig. 2.3. Фактичні та прогнозні (консенсус-прогноз) траєкторії основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні

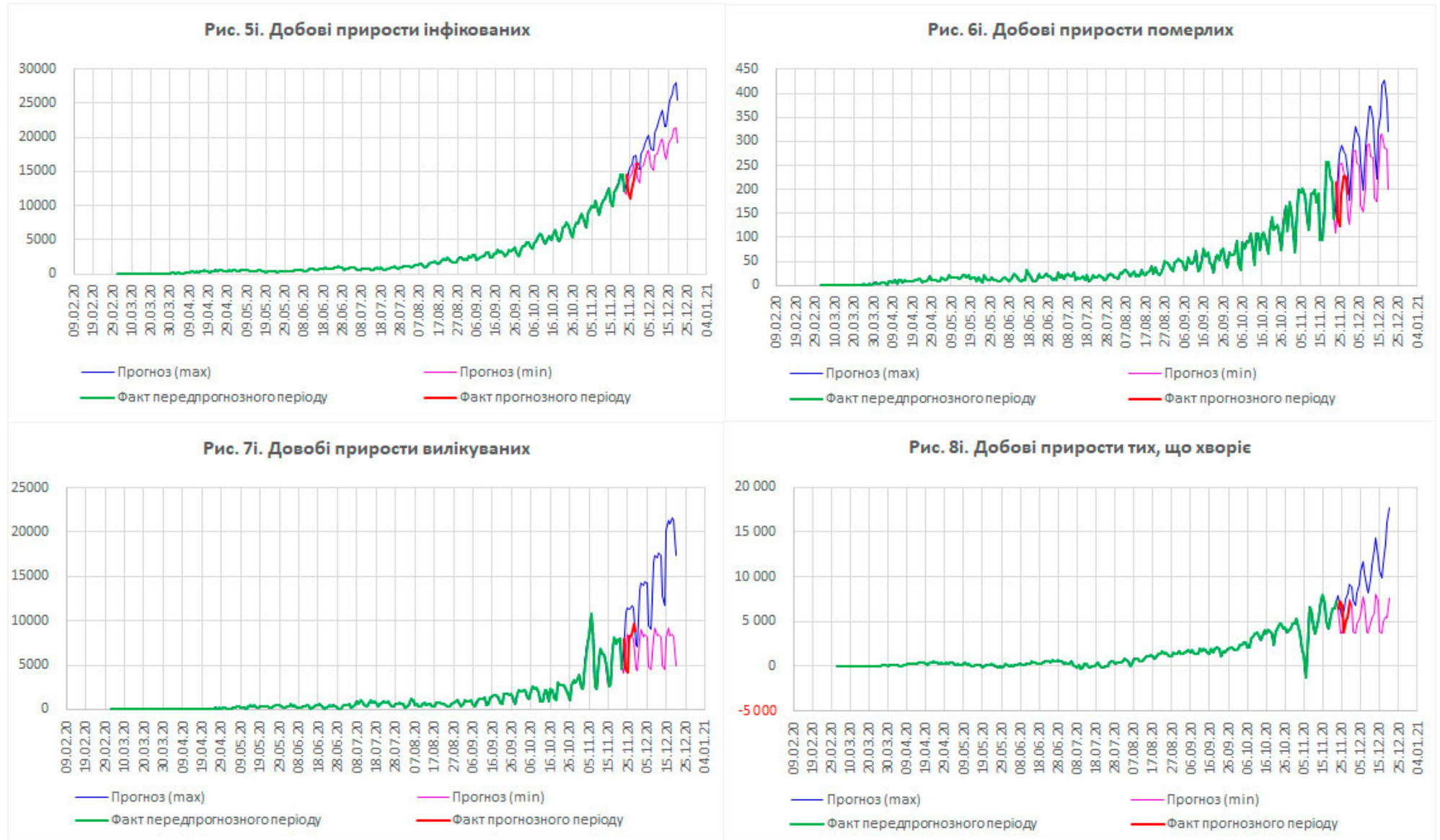


Fig. 2.4. Фактичні та прогнозні (інтервальний прогноз) траєкторії основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні

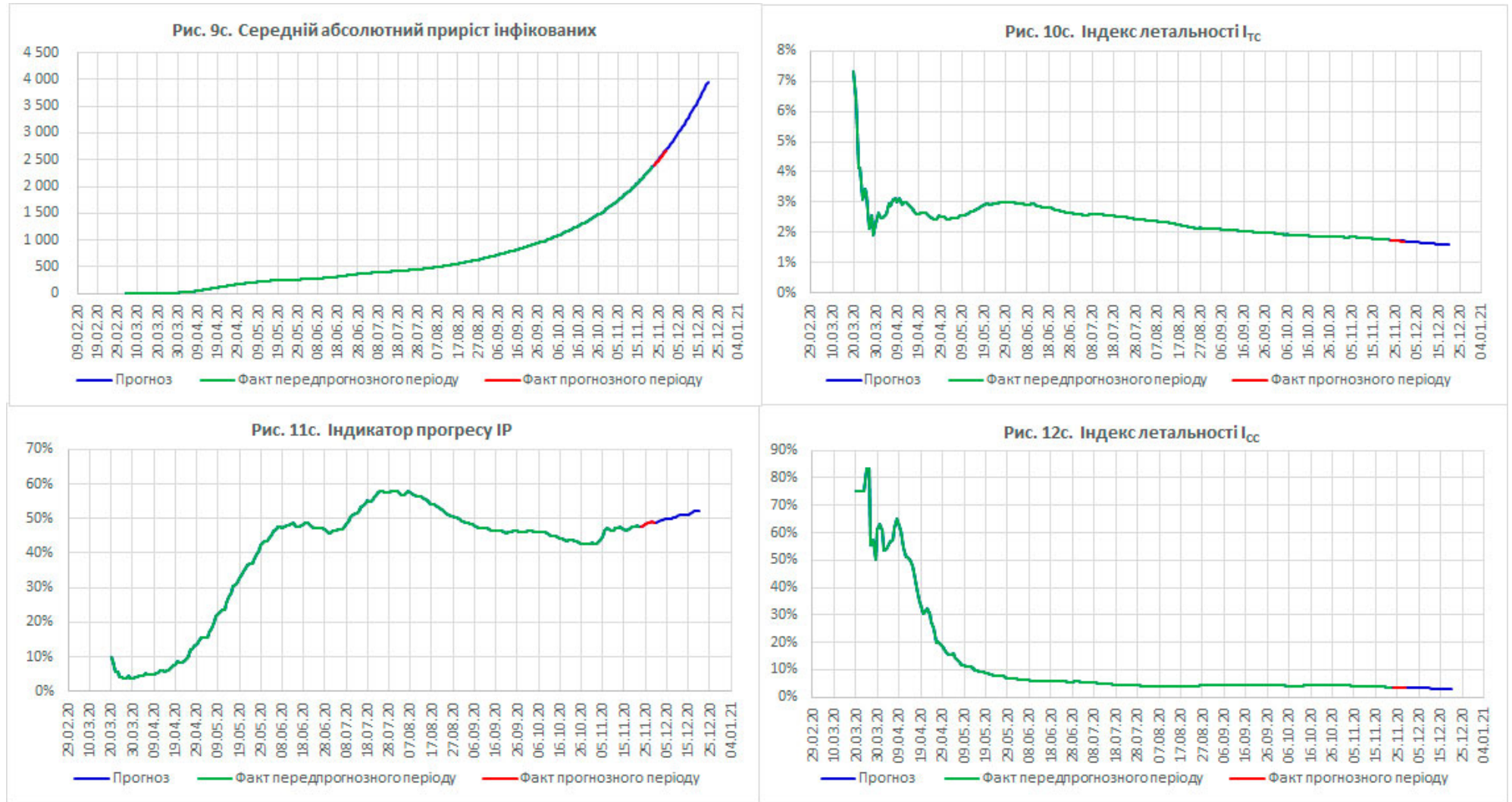


Fig. 2.5. Фактичні та прогнозні (консенсус-прогноз) траєкторії основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні

Результати кількісного оцінювання точності консенсус-прогнозу, а також найкращі оцінки MAPE часткових прогнозів (виділено салатовим кольором), наведено в табл. 2.1a – 2.3b.

Таблиця 2.1a. Оцінки точності прогнозу накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

Дата	Загальна кількість інфікованих					Загальна кількість летальних випадків				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	636 939	635 689	1 250	0,20%	0,20%	11 082	11 075	7	0,06%	0,06%
24.11.2020	651 071	647 976	3 095	0,48%	0,34%	11 283	11 263	20	0,18%	0,12%
25.11.2020	665 844	661 858	3 986	0,60%	0,43%	11 542	11 492	50	0,44%	0,23%
26.11.2020	681 309	677 189	4 120	0,61%	0,47%	11 813	11 717	96	0,82%	0,37%
27.11.2020	697 965	693 407	4 558	0,66%	0,51%	12 072	11 909	163	1,37%	0,57%
28.11.2020	714 715	709 701	5 014	0,71%	0,54%	12 321	12 093	228	1,88%	0,79%
29.11.2020	729 421	722 679	6 742	0,93%	0,60%	12 501	12 213	288	2,36%	1,02%
MAE/MAPE			4 109		0,60%			122		1,02%
min MAPE					0,27%					0,66%

Таблиця 2.1b. Оцінки точності прогнозу накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

Дата	Загальна кількість вилікуваних					Загальна кількість тих, що хворіє				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE*</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	291 904	291 060	844	0,29%	0,29%	333 953	333 554	399	0,12%	0,12%
24.11.2020	300 410	299 358	1 052	0,35%	0,32%	339 378	337 355	2 023	0,60%	0,36%
25.11.2020	309 874	307 778	2 096	0,68%	0,44%	344 428	342 588	1 840	0,54%	0,42%
26.11.2020	318 912	317 395	1 517	0,48%	0,45%	350 584	348 077	2 507	0,72%	0,49%
27.11.2020	328 413	326 238	2 175	0,67%	0,49%	357 480	355 260	2 220	0,62%	0,52%
28.11.2020	337 431	335 135	2 296	0,69%	0,53%	364 964	362 473	2 491	0,69%	0,55%
29.11.2020	343 332	339 378	3 954	1,16%	0,62%	373 588	371 088	2 500	0,67%	0,57%
MAE/MAPE			1 991		0,62%			1 997		0,57%
min MAPE					0,25%					0,27%

Таблиця 2.2а. Оцінки точності прогнозу добових показників епідемії COVID-19 в Україні

Дата	Добовий приріст інфікованих					Добовий приріст померлих				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	12 195	10 945	1 250	11,42%	11,42%	131	124	7	5,75%	5,75%
24.11.2020	14 132	12 287	1 845	15,01%	13,22%	201	188	13	6,86%	6,30%
25.11.2020	14 773	13 882	891	6,42%	10,95%	259	229	30	13,28%	8,63%
26.11.2020	15 465	15 331	134	0,88%	8,43%	271	225	46	20,23%	11,53%
27.11.2020	16 656	16 218	438	2,70%	7,29%	259	192	67	35,03%	16,23%
28.11.2020	16 750	16 294	456	2,80%	6,54%	248	184	64	35,03%	19,36%
29.11.2020	14 706	12 978	1 728	13,31%	7,51%	181	120	61	50,67%	23,83%
MAE/MAPE			963		7,51%			41		23,83%
min MAPE					4,90%					13,76%

Таблиця 2.2б. Оцінки точності прогнозу добових показників епідемії COVID-19 в Україні

Дата	Добовий приріст вилікованих					Добовий приріст тих, що хворіє				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	4 987	4 143	844	20,38%	20,38%	7 077	6 678	399	5,97%	5,97%
24.11.2020	8 506	8 298	208	2,50%	11,44%	5 425	3 801	1 624	42,73%	24,35%
25.11.2020	9 464	8 420	1 044	12,40%	11,76%	5 050	5 233	183	3,49%	17,40%
26.11.2020	9 038	9 617	579	6,02%	10,32%	6 156	5 489	667	12,16%	16,09%
27.11.2020	9 501	8 843	658	7,45%	9,75%	6 895	7 183	288	4,01%	13,67%
28.11.2020	9 017	8 897	120	1,35%	8,35%	7 484	7 213	271	3,76%	12,02%
29.11.2020	5 901	4 243	1 658	39,07%	12,74%	8 624	8 615	9	0,10%	10,32%
MAE/MAPE			730		12,74%			492		10,32%
min MAPE					8,41%					9,42%

**Таблиця 2.3а. Оцінки точності прогнозу синтетичних показників
епідемії COVID-19 в Україні**

Дата	Ітс					Ісс				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	1,74%	1,74%	0,00%	0,13%	0,13%	3,66%	3,67%	0,01%	0,22%	0,22%
24.11.2020	1,73%	1,74%	0,01%	0,30%	0,22%	3,62%	3,63%	0,01%	0,17%	0,19%
25.11.2020	1,73%	1,74%	0,00%	0,16%	0,20%	3,59%	3,60%	0,01%	0,23%	0,21%
26.11.2020	1,73%	1,73%	0,00%	0,21%	0,20%	3,57%	3,56%	0,01%	0,33%	0,24%
27.11.2020	1,73%	1,72%	0,01%	0,71%	0,30%	3,55%	3,52%	0,02%	0,67%	0,32%
28.11.2020	1,72%	1,70%	0,02%	1,17%	0,45%	3,52%	3,48%	0,04%	1,15%	0,46%
29.11.2020	1,71%	1,69%	0,02%	1,42%	0,58%	3,51%	3,47%	0,04%	1,14%	0,56%
MAE/MAPE			0,01%		0,58%			0,02%		0,56%

**Таблиця 2.3б. Оцінки точності прогнозу синтетичних показників
епідемії COVID-19 в Україні**

Дата	ІР					ААГ				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i> AE </i>	<i> PE </i>	<i>MAPE</i>
23.11.2020	47,57%	47,53%	0,04%	0,08%	0,08%	2 404	2 399	5	0,20%	0,20%
24.11.2020	47,87%	47,94%	0,06%	0,13%	0,11%	2 448	2 436	12	0,48%	0,34%
25.11.2020	48,27%	48,24%	0,03%	0,07%	0,10%	2 494	2 479	15	0,60%	0,43%
26.11.2020	48,54%	48,60%	0,06%	0,12%	0,10%	2 542	2 527	15	0,61%	0,47%
27.11.2020	48,78%	48,77%	0,02%	0,03%	0,09%	2 595	2 578	17	0,66%	0,51%
28.11.2020	48,94%	48,93%	0,01%	0,02%	0,08%	2 647	2 629	19	0,71%	0,54%
29.11.2020	48,78%	48,65%	0,13%	0,27%	0,10%	2 692	2 667	25	0,93%	0,60%
MAE/MAPE			0,05%		0,10%			15		0,60%

3. Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні на період 30 листопада – 6 грудня 2020 р.

Всі часткові та інтервальний прогнози, а також консенсус-прогноз розроблено на основі статистичних даних за весь період спостережень на дату, що передує першій добі прогнозного періоду.

Примітка.

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

Прогноз передбачає збереження довготривалої тенденції динаміки коефіцієнта поширення COVID-19 R_t (Fig. 3.1), існуючих негативних тенденцій розвитку епідемії в цілому з деяким зменшенням темпів зростання (див. табл. 3.1-3.4 і диграми рис. 1с-12с Fig. 3.2-3.4).

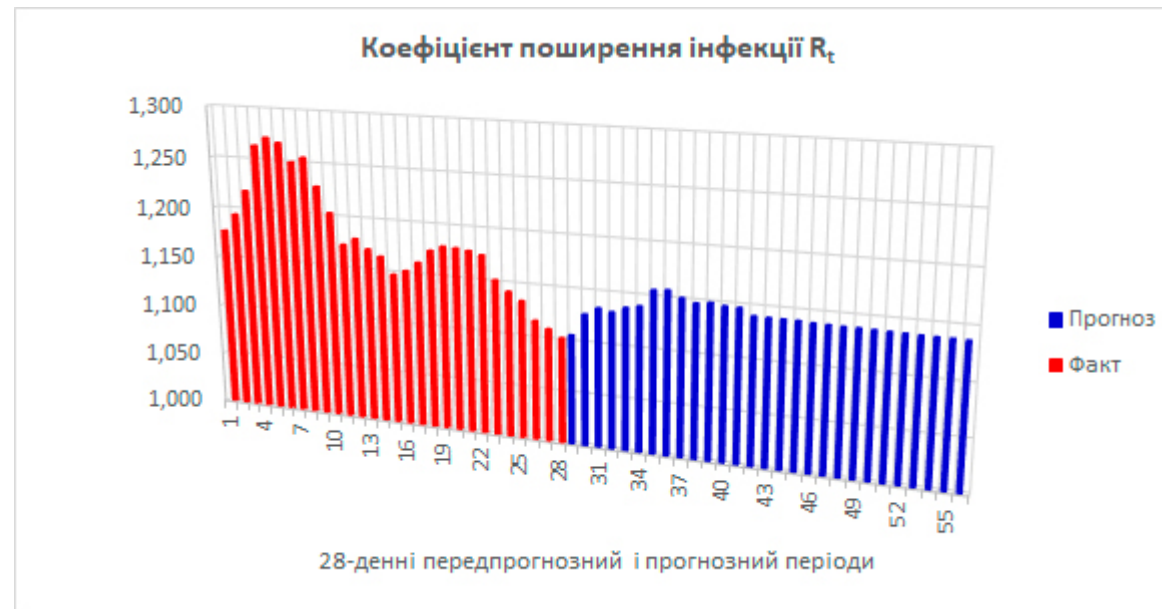


Fig. 3.1. 4-тижневі передпрогнозна (фактична) та прогнозна динаміка коефіцієнта поширення епідемії COVID-19 в Україні

Таблиця 3.1. Консенсус-прогнози кількості нових випадків

Дата	Інфіковані	Померлі	Вилікувані	Хворі
30.11.2020	12 495	128	4 890	7 477
01.12.2020	14 558	208	8 391	5 959
02.12.2020	16 092	253	9 863	5 977
03.12.2020	17 335	246	10 113	6 976
04.12.2020	18 596	229	10 520	7 846
05.12.2020	18 494	217	9 559	8 719
06.12.2020	15 591	167	5 821	9 603
07.12.2020	14 395	146	5 663	8 586
08.12.2020	16 576	229	9 583	6 764
09.12.2020	18 262	268	10 957	7 037
10.12.2020	19 808	264	11 741	7 803
11.12.2020	21 124	247	12 033	8 844
12.12.2020	20 990	234	11 121	9 635
13.12.2020	17 860	187	7 062	10 612

Таблиця 3.2. Прогнози загальної кількості інфікованих

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.	значення	Нижч. гр.	Верх. гр.
30.11.2020	734 930	735 782	735 174	728 577	742 135
01.12.2020	748 839	751 671	749 732	740 918	759 593
02.12.2020	764 234	768 664	765 824	754 466	778 433
03.12.2020	780 868	786 707	783 159	768 625	798 951
04.12.2020	798 507	806 022	801 754	782 335	822 194
05.12.2020	816 197	825 749	820 249	795 144	846 803
06.12.2020	830 862	842 599	835 840	798 784	874 678
07.12.2020	844 654	857 996	850 235	—	—
08.12.2020	860 081	876 666	866 811	—	—
09.12.2020	876 943	896 633	885 073	—	—
10.12.2020	895 119	917 834	904 881	—	—
11.12.2020	914 258	940 529	926 005	—	—
12.12.2020	933 457	963 709	946 996	—	—
13.12.2020	949 527	983 509	964 856	—	—

Таблиця 3.3. Прогнози загальної кількості померлих

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.	значення	Нижч. гр.	Верх. гр.
30.11.2020	12 330	12 354	12 341	12 228	12 455
01.12.2020	12 520	12 618	12 549	12 358	12 779
02.12.2020	12 753	12 899	12 801	12 532	13 120
03.12.2020	12 977	13 170	13 047	12 724	13 423
04.12.2020	13 194	13 437	13 276	12 885	13 747
05.12.2020	13 384	13 704	13 493	12 976	14 112
06.12.2020	13 529	13 929	13 660	12 949	14 509
07.12.2020	13 660	14 095	13 806	—	—
08.12.2020	13 865	14 406	14 036	—	—
09.12.2020	14 113	14 737	14 304	—	—
10.12.2020	14 362	15 056	14 567	—	—
11.12.2020	14 588	15 370	14 814	—	—
12.12.2020	14 794	15 684	15 048	—	—
13.12.2020	14 943	15 949	15 235	—	—

Таблиця 3.4. Прогнози загальної кількості вилікуваних

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.	значення	Нижч. гр.	Верх. гр.
30.11.2020	342 950	345 032	344 268	339 996	347 986
01.12.2020	351 245	353 609	352 659	345 374	359 479
02.12.2020	360 543	364 252	362 522	351 734	373 061
03.12.2020	370 033	374 995	372 635	357 675	387 353
04.12.2020	379 654	386 730	383 155	360 717	405 667
05.12.2020	389 007	396 513	392 714	359 336	426 184
06.12.2020	394 070	403 236	398 535	344 699	452 607
07.12.2020	398 439	409 957	404 198	—	—
08.12.2020	407 299	420 448	413 781	—	—
09.12.2020	416 933	432 439	424 738	—	—
10.12.2020	427 246	445 675	436 479	—	—
11.12.2020	437 341	459 615	448 512	—	—
12.12.2020	447 262	471 673	459 633	—	—
13.12.2020	453 044	480 449	466 695	—	—

Таблиця 3.5. Прогнози загальної кількості тих, що хворіє

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.	значення	Нижч. гр.	Верх. гр.
30.11.2020	370 935	380 218	378 565	365 363	385 790
01.12.2020	375 022	386 966	384 524	369 459	392 529
02.12.2020	382 676	393 927	390 501	374 772	401 830
03.12.2020	391 823	401 864	397 477	380 362	413 325
04.12.2020	401 510	410 649	405 323	384 888	427 271
05.12.2020	410 128	420 204	414 042	384 848	445 483
06.12.2020	418 696	431 438	423 645	378 287	471 847
07.12.2020	426 064	441 843	432 230	—	—
08.12.2020	431 936	449 182	438 994	—	—
09.12.2020	437 973	456 717	446 031	—	—
10.12.2020	444 873	465 383	453 835	—	—
11.12.2020	452 601	475 011	462 679	—	—
12.12.2020	461 299	485 556	472 314	—	—
13.12.2020	470 377	498 322	482 926	—	—

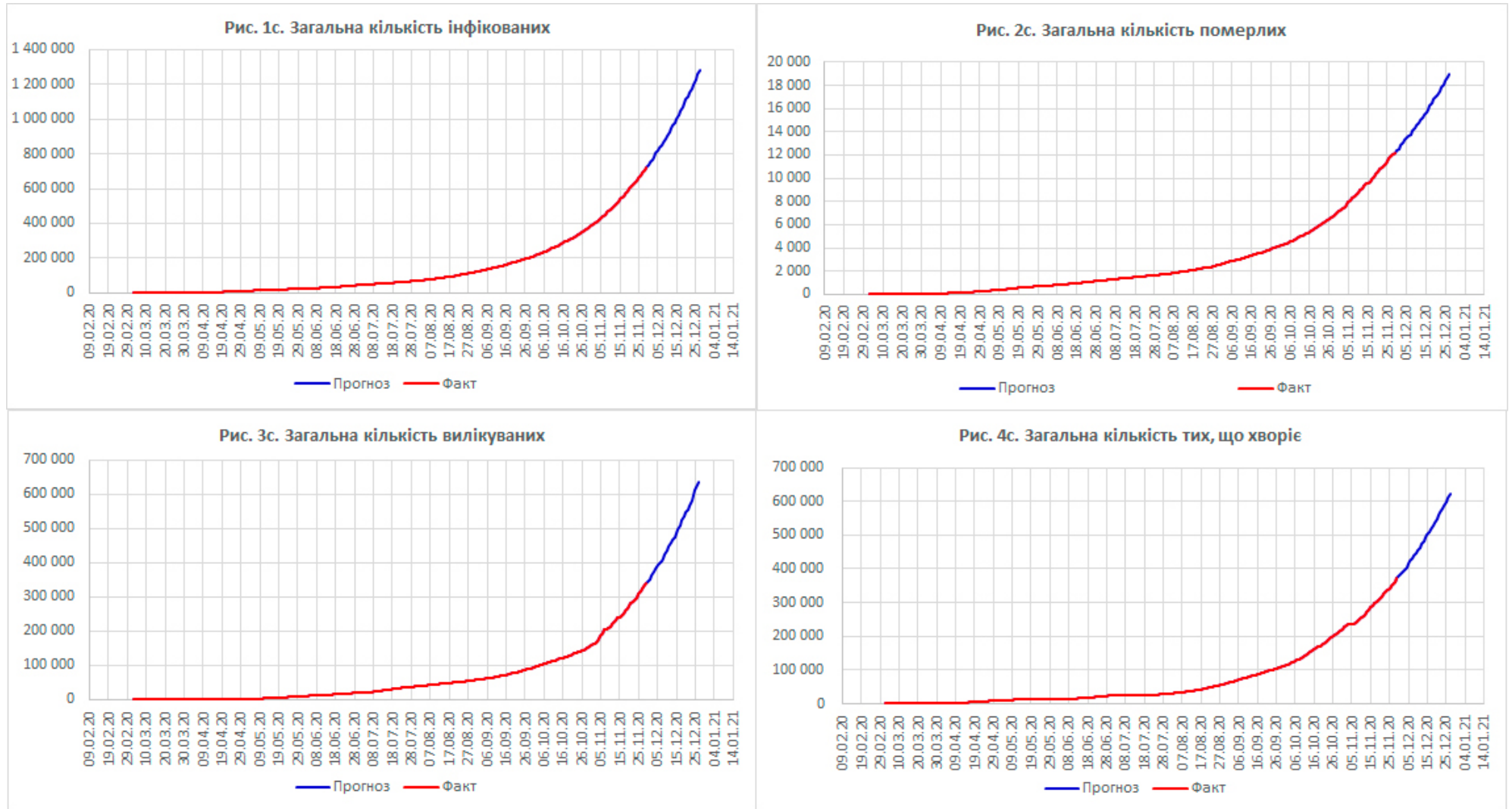


Fig. 3.2. Консенсус-прогноз основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогнозний період)

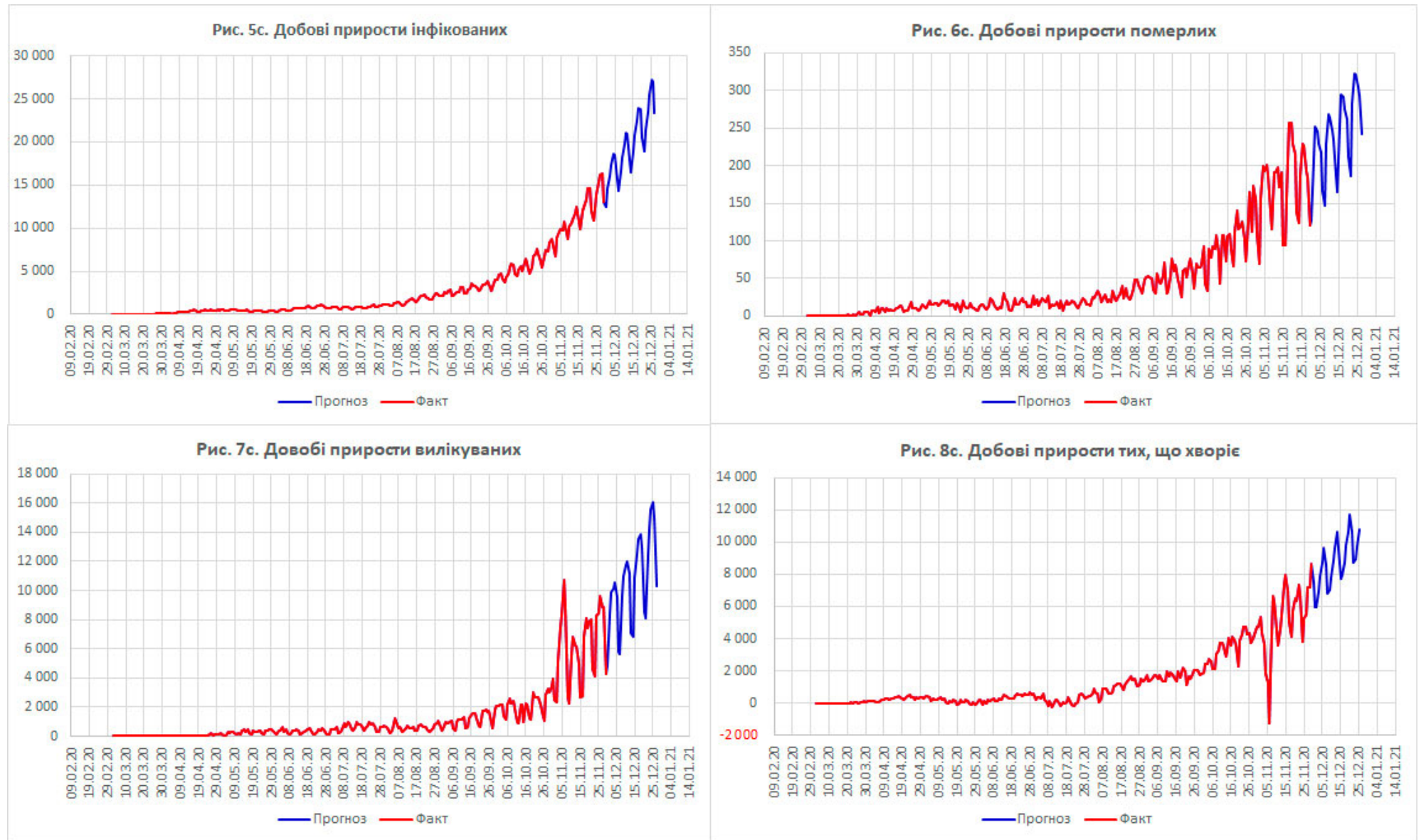


Fig. 3.3. Консенсус-прогноз основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогнозний період)

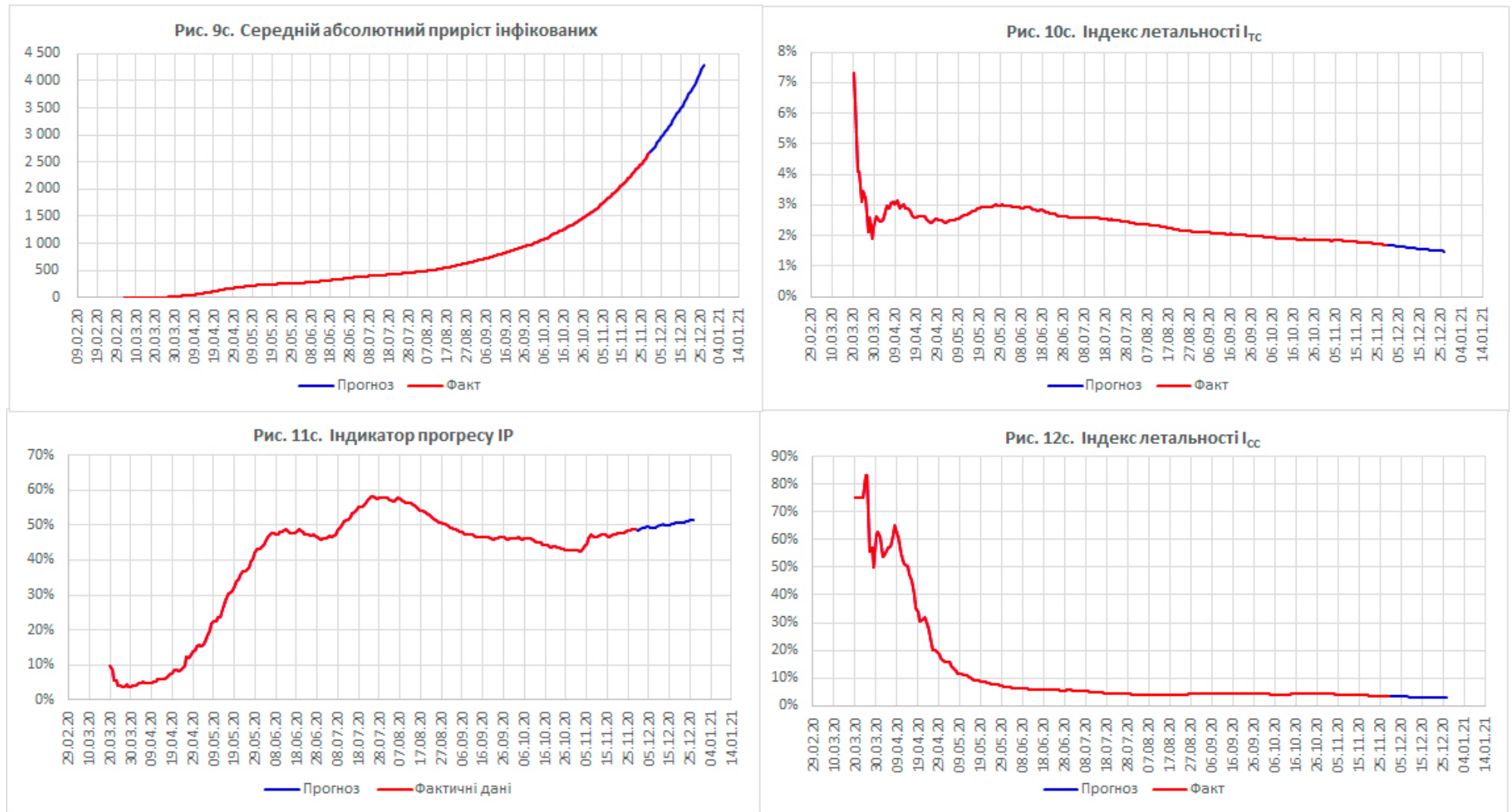


Fig. 3.4. Консенсус-прогноз основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогностичний період)

4. Основні висновки та додаткові відомості

Минулий прогнозний тиждень (23-29 листопада 2020 р.) продемонстрував на тлі продовження активного поширювання COVID-19 в країні ознаки деяких можливих позитивних змін. Про це, зокрема, свідчать оцінки точності прогнозу та розвиток епідеміологічної ситуації згідно з найбільш оптимістичним з часткових прогнозів.

Точкове консенсус-прогнозування в умовах відсутності належної культури та практичного досвіду використання прогнозів в управлінні складними медико-біологічним та соціально-економічними процесами є більш придатним інструментом короткострокового прогнозування розвитку епідемії COVID-19 ніж сценарний підхід, що в відмічених умовах містить значну суб'єктивну складову.

Практика консенсус-прогнозування МРГ ІПРЕЕД НАН України, як і очікувалось, свідчить про те, що ефективність застосування різних моделей та технік прогнозування епідемії COVID-19 варіюється від об'єкту прогнозування (наприклад, епідемії COVID-19 в різних країнах світу), від ситуації, що постійно змінюється, від показника к показнику, від досвіду розробників прогнозів. Комплекси прогнозів, що розробляються у межах методології консенсус-прогнозування, дозволяють досить впевнено оконтурювати короткострокову перспективу без використання недостатньо обґрунтованих припущень та/або сценаріїв.

Результати оцінки точності Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 23-29 листопада 2020 р. розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/207117104264526>.

Повні прогнозні данні Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 29 листопада – 6 грудня 2020 р., включаючи відповідний графічний матеріал, розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/207358754240361>.