

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 16 – 22 листопада 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, та містить мінімальні та максимальні прогнозні значення показників епідемії.

Консенсус-прогноз є усередненням часткових прогнозів.

Головна мета МРГ – забезпечення високої точності прогнозування динаміки добових показників епідемії COVID-19 в Україні як запорука належної точності прогнозу епідемії в цілому.

Розміщення прогнозу на WEB-сторінках ІПРЕЕД НАН України здійснюється кожену неділю, що передуює першому прогнозному тижню.

Оцінка точності прогнозів здійснюється за допомогою низки загальноприйнятих у світовій практиці прогнозування показників точності прогнозів у неділю після закінчення першого прогнозного тижня.

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

Позначення:

R_t – коефіцієнт поширення інфекції (захворювання);

ААG – середній абсолютний приріст інфікованих;

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 коронавірусу COVID-19 в Україні на період 9 – 15 листопада 2020 р.)

Розвиток епідемії COVID-19 в Україні минулого тижня, на відміну від попереднього, не характеризувався аномальними викидами значень основних показників, але зберіг в цілому існуючі негативні тенденції. Як результат (див. Fig 2.1- Fig. 2.3 і табл. 2.1a-2.3b), точність цього прогнозу є суттєво вищою в порівнянні з точністю попереднього тижневого прогнозу.

Примітка.

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.

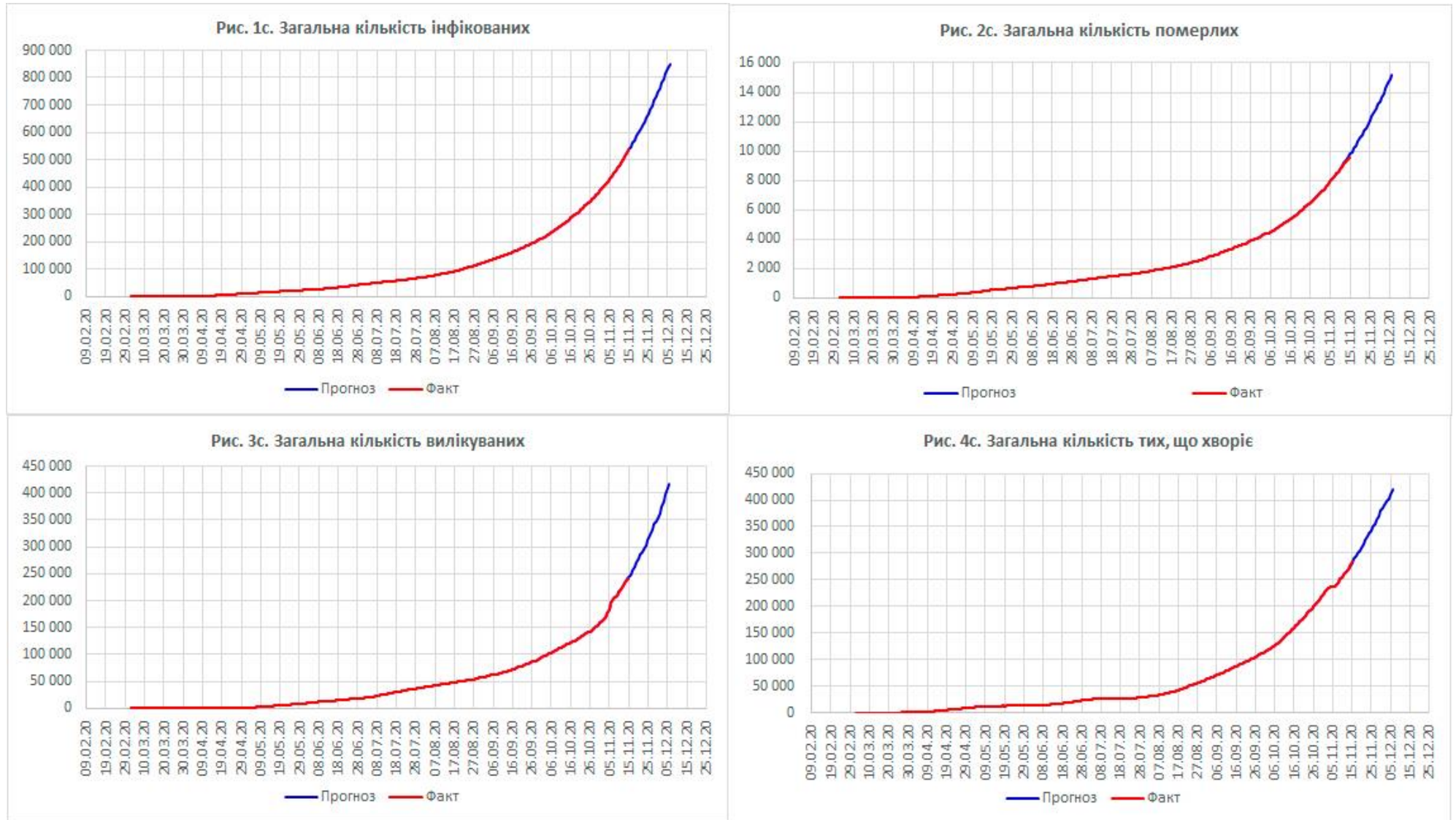


Fig. 2.1. Фактичні та прогнозні траєкторії основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

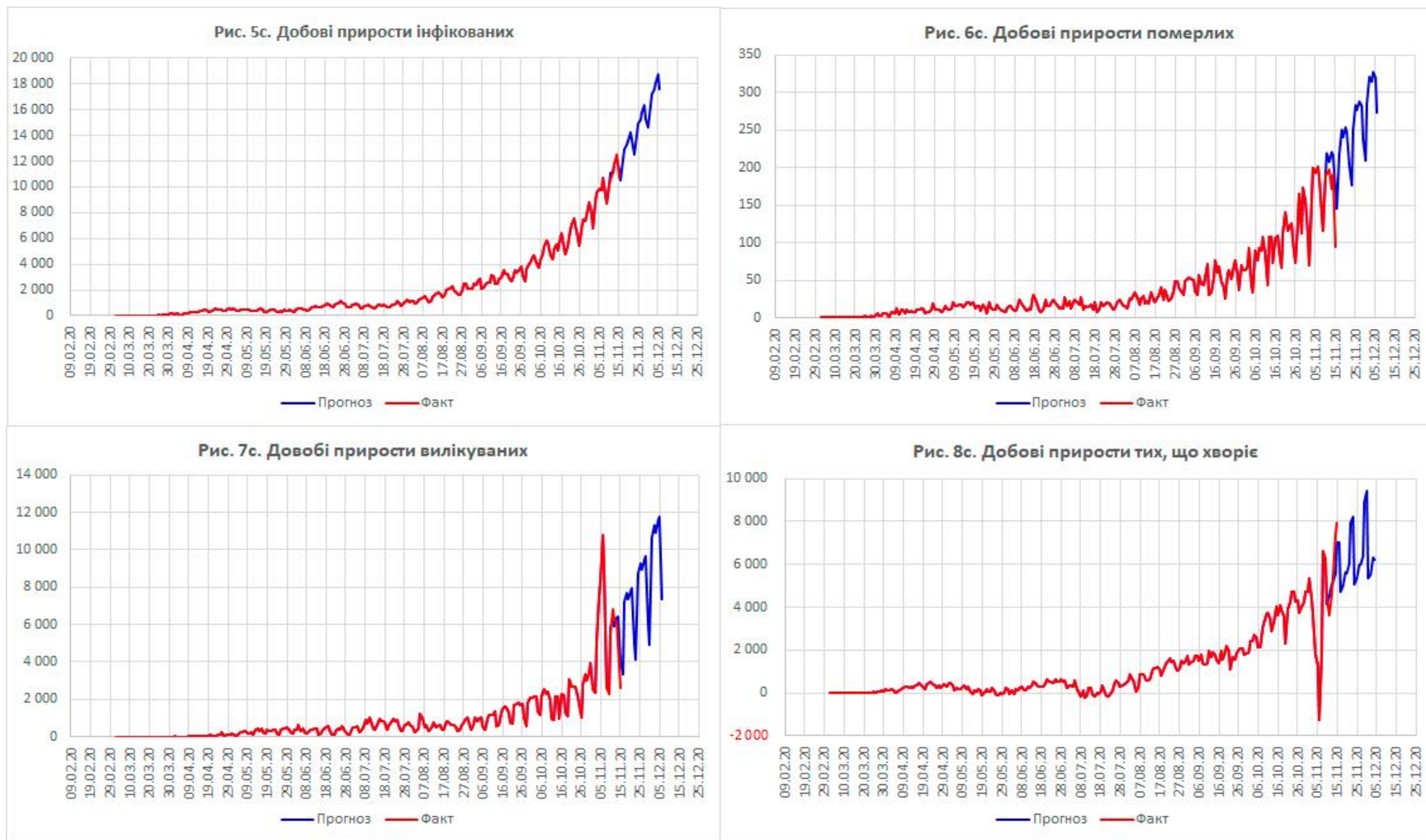


Fig. 2.2. Фактичні та прогнозні траєкторії основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні

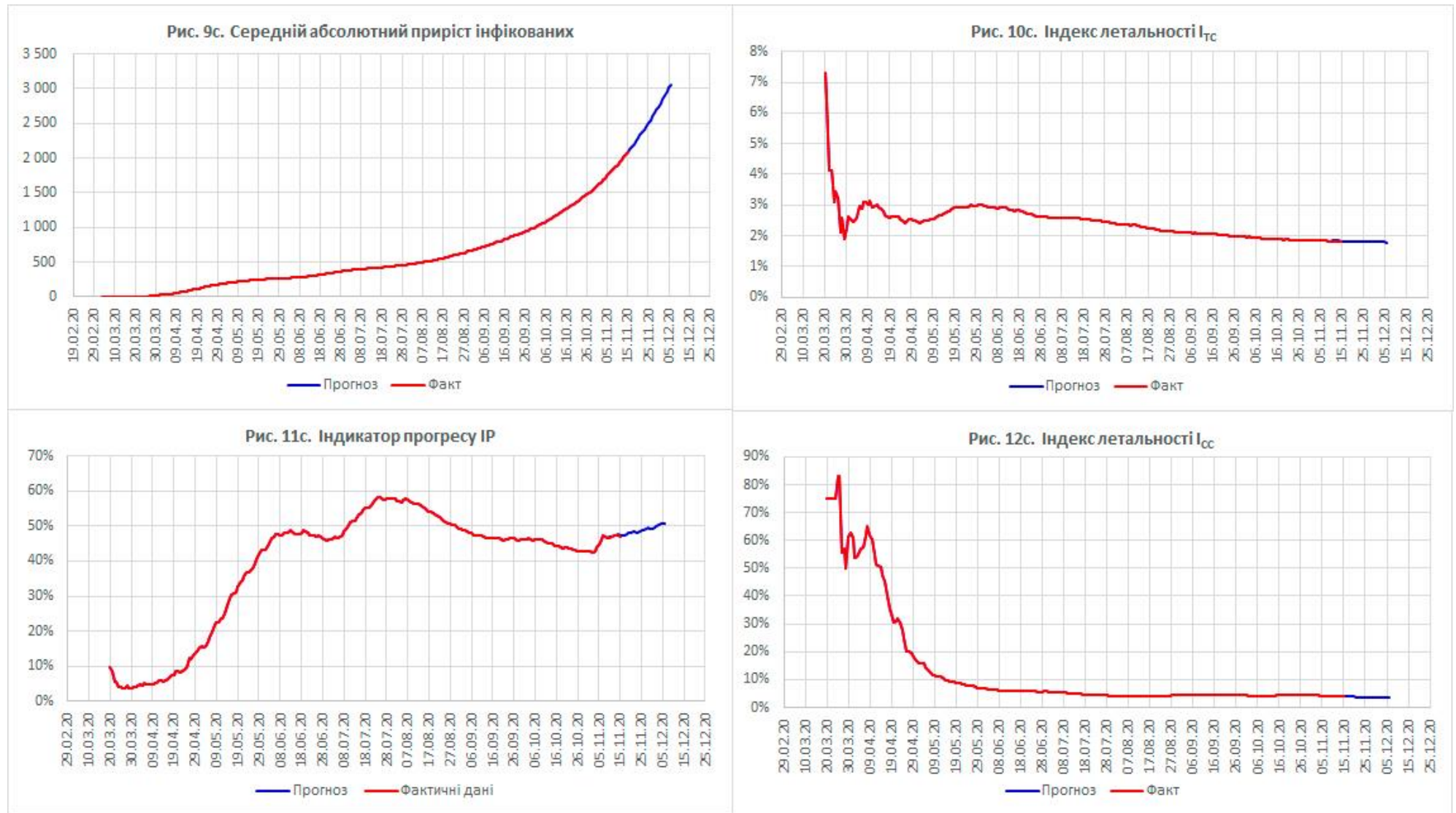


Fig. 2.3. Фактичні та прогнозні траєкторії основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні

Результати кількісного оцінювання точності консенсус-прогнозу наведено в табл. 2.1а-2.3б.

Таблиця 2.1а. Оцінки точності консенсус-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>
09.11.2020	469 148	469 018	130	0,03%	0,03%	8 566	8 565	1	0,02%	0,02%
10.11.2020	479 344	479 197	147	0,03%	0,03%	8 755	8 756	1	0,02%	0,02%
11.11.2020	490 467	489 808	659	0,13%	0,06%	8 973	8 947	26	0,30%	0,11%
12.11.2020	501 682	500 865	817	0,16%	0,09%	9 181	9 145	36	0,40%	0,18%
13.11.2020	513 443	512 652	791	0,15%	0,10%	9 403	9 317	86	0,92%	0,33%
14.11.2020	525 687	525 176	511	0,10%	0,10%	9 618	9 508	110	1,16%	0,47%
15.11.2020	536 943	535 857	1 086	0,20%	0,12%	9 791	9 603	188	1,95%	0,68%
MAE/MAPE			592		0,12%			64		0,68%

Таблиця 2.1б. Оцінки точності консенсус-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>
09.11.2020	209 603	209 143	460	0,22%	0,22%	250 979	251 310	331	0,13%	0,13%
10.11.2020	215 458	214 657	801	0,37%	0,30%	255 131	255 784	653	0,26%	0,19%
11.11.2020	221 798	221 459	339	0,15%	0,25%	259 695	259 402	293	0,11%	0,17%
12.11.2020	227 739	227 694	45	0,02%	0,19%	264 762	264 026	736	0,28%	0,19%
13.11.2020	234 110	233 849	261	0,11%	0,18%	269 929	269 486	443	0,16%	0,19%
14.11.2020	240 579	238 811	1 768	0,74%	0,27%	275 490	276 857	1 367	0,49%	0,24%
15.11.2020	244 662	241 444	3 218	1,33%	0,42%	282 489	284 810	2 321	0,81%	0,32%
MAE/MAPE			985		0,42%			878		0,32%

**Таблиця 2.2а. Оцінки точності консенсус-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>
09.11.2020	8 817	8 687	130	1,50%	1,50%	116	115	1	1,19%	1,19%
10.11.2020	10 196	10 179	17	0,17%	0,83%	188	191	3	1,41%	1,30%
11.11.2020	11 123	10 611	512	4,82%	2,16%	219	191	28	14,55%	5,72%
12.11.2020	11 214	11 057	157	1,42%	1,98%	208	198	10	4,96%	5,53%
13.11.2020	11 761	11 787	26	0,22%	1,63%	222	172	50	28,82%	10,19%
14.11.2020	12 245	12 524	279	2,23%	1,73%	215	191	24	12,77%	10,62%
15.11.2020	11 255	10 681	574	5,38%	2,25%	172	95	77	81,42%	20,73%
MAE/MAPE			242		2,25%			28		20,73%

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

Дата	Добовий приріст вилікуваних					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>
09.11.2020	2 737	2 277	460	20,21%	20,21%	5 964	6 295	331	5,26%	5,26%
10.11.2020	5 855	5 514	341	6,19%	13,20%	4 152	4 474	322	7,19%	6,23%
11.11.2020	6 340	6 802	462	6,79%	11,06%	4 564	3 618	946	26,15%	12,87%
12.11.2020	5 940	6 235	295	4,73%	9,48%	5 066	4 624	442	9,57%	12,04%
13.11.2020	6 372	6 155	217	3,52%	8,29%	5 168	5 460	292	5,35%	10,70%
14.11.2020	6 468	4 962	1 506	30,36%	11,97%	5 561	7 371	1 810	24,56%	13,01%
15.11.2020	4 084	2 633	1 451	55,10%	18,13%	6 999	7 953	954	11,99%	12,87%
MAE/MAPE			676		18,13%			728		12,87%

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

Дата	I _{TC}					I _{CC}				
	<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>
09.11.2020	1,83%	1,83%	0,00%	0,01%	0,01%	3,93%	3,93%	0,01%	0,20%	0,20%
10.11.2020	1,83%	1,83%	0,00%	0,05%	0,03%	3,90%	3,92%	0,01%	0,37%	0,28%
11.11.2020	1,83%	1,83%	0,00%	0,16%	0,07%	3,89%	3,88%	0,01%	0,14%	0,23%
12.11.2020	1,83%	1,83%	0,00%	0,23%	0,11%	3,88%	3,86%	0,01%	0,36%	0,27%
13.11.2020	1,83%	1,82%	0,01%	0,77%	0,24%	3,86%	3,83%	0,03%	0,78%	0,37%
14.11.2020	1,83%	1,81%	0,02%	1,06%	0,38%	3,84%	3,83%	0,02%	0,40%	0,37%
15.11.2020	1,82%	1,79%	0,03%	1,75%	0,58%	3,85%	3,83%	0,02%	0,59%	0,40%
MAE/MAPE			0,01%		0,58%			0,02%		0,40%

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

Дата	IP					AAG				
	<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>
09.11.2020	46,50%	46,42%	0,09%	0,18%	0,18%	1 869	1 869	1	0,03%	0,03%
10.11.2020	46,77%	46,62%	0,15%	0,33%	0,26%	1 902	1 902	1	0,03%	0,03%
11.11.2020	47,05%	47,04%	0,01%	0,02%	0,18%	1 939	1 936	3	0,13%	0,06%
12.11.2020	47,23%	47,29%	0,06%	0,13%	0,17%	1 975	1 972	3	0,16%	0,09%
13.11.2020	47,43%	47,43%	0,01%	0,01%	0,14%	2 013	2 010	3	0,15%	0,10%
14.11.2020	47,59%	47,28%	0,31%	0,66%	0,22%	2 053	2 051	2	0,10%	0,10%
15.11.2020	47,39%	46,85%	0,54%	1,15%	0,36%	2 089	2 085	4	0,20%	0,12%
MAE/MAPE			0,17%		0,36%			2		0,12%

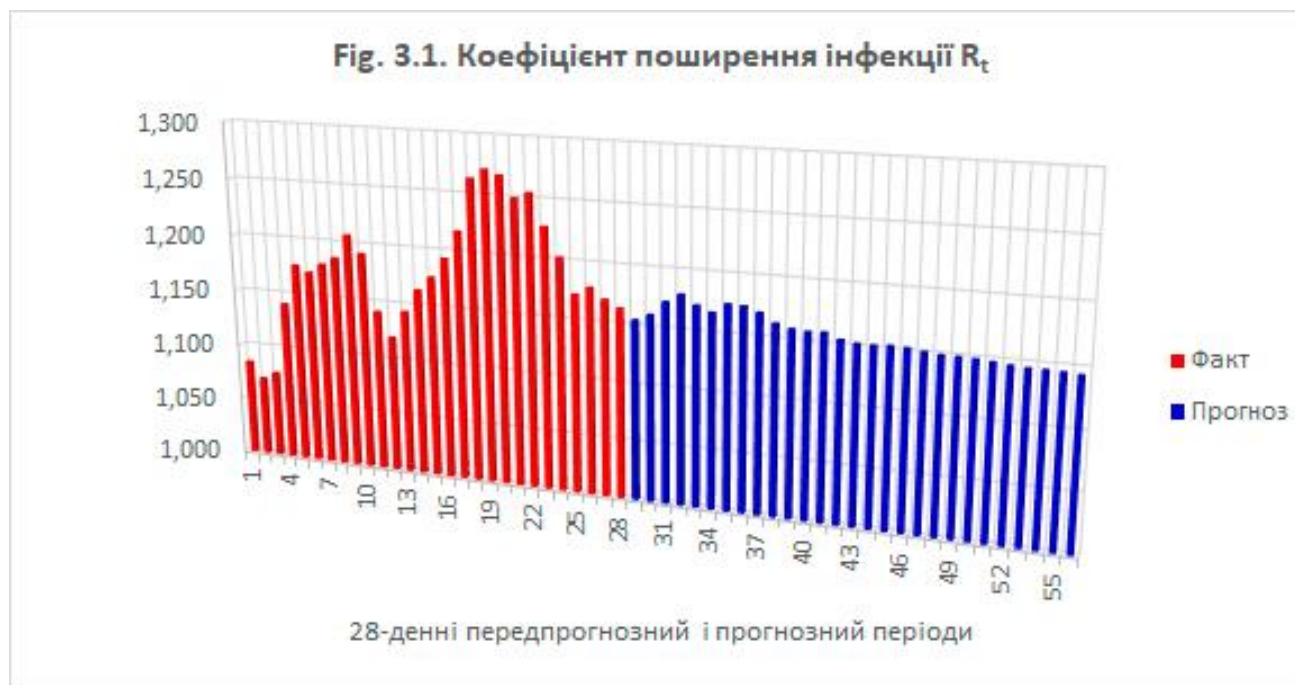
3. Прогноз розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 16 – 22 листопада 2020 р.

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 (табл. 3.1-3.4. Fig. 3.1-3.4).

Примітка.

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

Прогноз передбачає продовження повільного зниження коефіцієнта поширення інфекції (захворювання COVID-19) R_t (див. Fig. 3.1) як загальної тенденції, який, тим не менш, все ще продукує значні в абсолютному вимірі добові прирости інфікованих (рис. 5с Fig. 3.3) та зростання середнього абсолютного приросту інфікованих (рис. 9с Fig. 3.4).



Таблиця 3.1. Прогнози загальної кількості інфікованих

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
16.11.2020	545 901	546 596	546 211	544 903	547 321
17.11.2020	557 664	559 098	558 251	555 673	559 869
18.11.2020	570 188	572 208	570 937	567 166	573 297
19.11.2020	582 936	585 889	583 936	578 857	587 120
20.11.2020	596 037	600 341	597 588	591 109	603 623
21.11.2020	610 036	615 133	611 837	603 762	623 028
22.11.2020	622 461	628 325	624 620	614 961	646 452
23.11.2020	634 193	641 142	636 884	—	—
24.11.2020	647 617	655 967	650 792	—	—
25.11.2020	661 545	671 500	665 294	—	—
26.11.2020	675 832	687 695	680 260	—	—
27.11.2020	690 648	704 789	695 988	—	—
28.11.2020	706 278	722 278	712 306	—	—
29.11.2020	720 195	737 946	727 089	—	—

Таблиця 3.2. Прогнози загальної кількості померлих

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
16.11.2020	9 711	9 756	9 731	9 691	9 778
17.11.2020	9 893	9 969	9 924	9 859	9 987
18.11.2020	10 102	10 196	10 141	10 054	10 229
19.11.2020	10 305	10 426	10 351	10 244	10 449
20.11.2020	10 505	10 661	10 562	10 432	10 728
21.11.2020	10 698	10 897	10 771	10 625	10 998
22.11.2020	10 833	11 105	10 925	10 748	11 320
23.11.2020	10 961	11 280	11 073	—	—
24.11.2020	11 162	11 519	11 288	—	—
25.11.2020	11 385	11 775	11 524	—	—
26.11.2020	11 602	12 033	11 754	—	—
27.11.2020	11 816	12 298	11 984	—	—
28.11.2020	12 025	12 562	12 212	—	—
29.11.2020	12 174	12 797	12 388	—	—

Таблиця 3.3. Прогнози загальної кількості вилікуваних

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
16.11.2020	244 165	244 773	244 378	242 975	245 261
17.11.2020	249 905	255 108	251 281	246 803	251 635
18.11.2020	256 474	266 262	259 249	251 476	260 794
19.11.2020	262 676	277 129	266 928	255 922	273 940
20.11.2020	268 891	288 440	274 622	261 313	296 068
21.11.2020	275 057	299 518	281 664	265 758	337 844
22.11.2020	278 919	305 038	285 827	267 179	425 709
23.11.2020	283 069	309 312	289 631	—	—
24.11.2020	289 842	322 566	297 711	—	—
25.11.2020	297 165	336 871	306 945	—	—
26.11.2020	304 221	350 807	316 055	—	—
27.11.2020	311 501	365 311	325 293	—	—
28.11.2020	318 763	379 518	333 802	—	—
29.11.2020	324 110	386 601	338 970	—	—

Таблиця 3.4. Прогнози загальної кількості тих, що хворіє

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал ($p=0.05$)	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
16.11.2020	292 025	292 166	292 102	290 351	293 493
17.11.2020	294 021	298 050	297 046	294 309	300 703
18.11.2020	295 750	303 796	301 547	297 602	307 636
19.11.2020	298 333	310 174	306 656	301 243	317 802
20.11.2020	301 240	316 860	312 404	304 985	333 260
21.11.2020	304 718	324 373	319 402	309 670	359 036
22.11.2020	312 183	332 154	327 869	315 025	405 276
23.11.2020	320 507	339 514	336 180	—	—
24.11.2020	321 838	345 964	341 792	—	—
25.11.2020	322 811	352 346	346 825	—	—
26.11.2020	324 812	359 360	352 451	—	—
27.11.2020	327 137	366 682	358 711	—	—
28.11.2020	330 155	374 831	366 292	—	—
29.11.2020	338 466	383 248	375 730	—	—

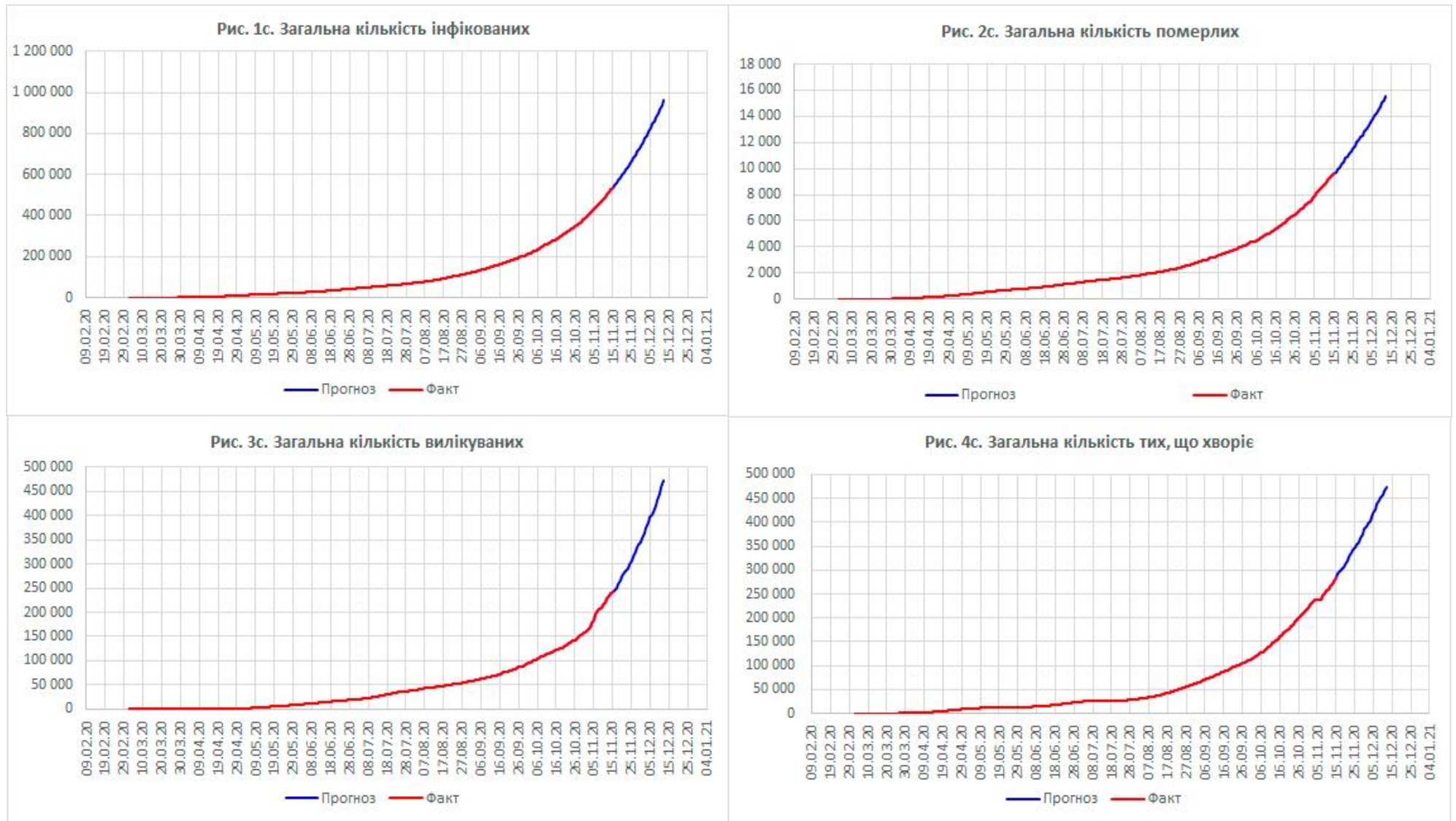


Fig. 3.2. Консенсус-прогноз основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогнозний період)

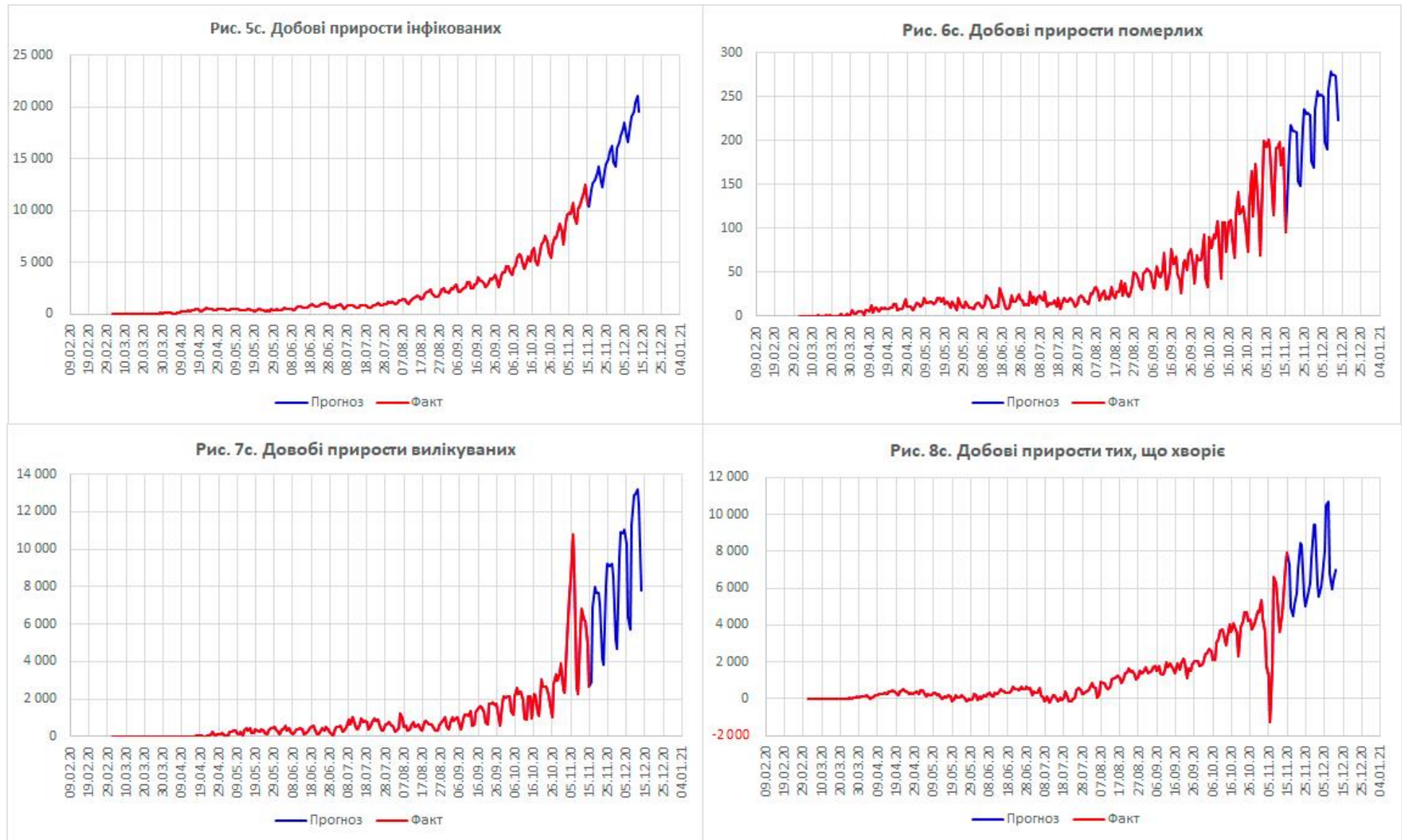


Fig. 3.3. Консенсус-прогноз основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогнозний період)

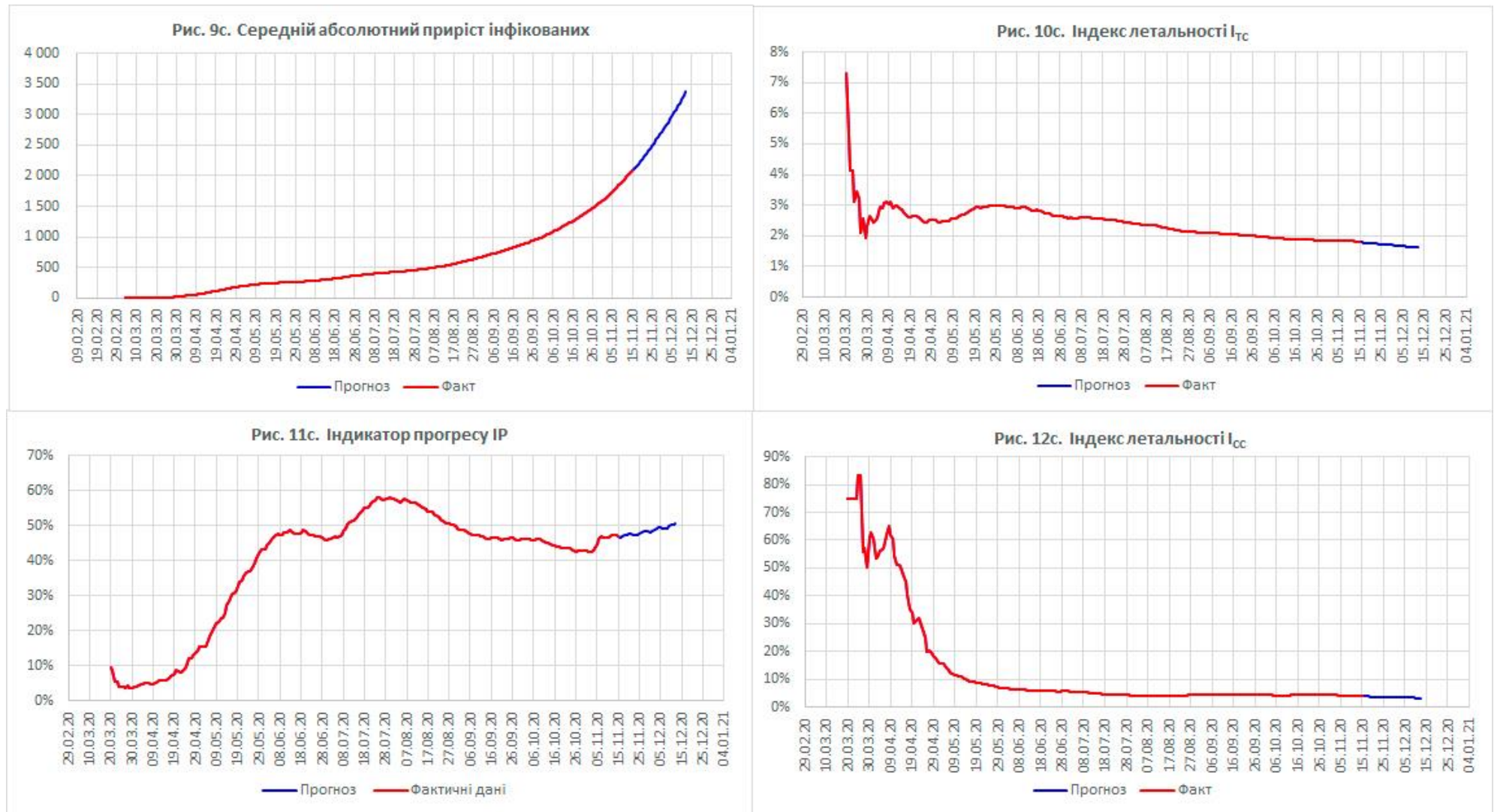


Fig. 3.4. Консенсус-прогноз основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні
(на 4-тижневий прогнозний період)

4. Основний висновок та додаткові відомості

Минулий прогнозний тиждень (9-15 листопада 2020 р.) підтвердив аномальний характер розвитку епідемії COVID-19 в Україні (аномальні значення деяких показників епідемії), що спостерігався тижнем раніше (2-8 листопада 2020 р.), а також той факт, що він не знайшов закріплення як тенденція. Це обумовило цілком прогнозований розвиток епідеміологічній ситуації в країні й високу точність 7-денного прогнозу, що свідчить, з урахуванням закономірностей цього розвитку, що віддзеркалюють математичні моделі, про продовження неконтрольованого поширення інфекції в Україні.

Всі часткові та узагальнені прогнози, що розроблені МРГ ІПРЕЕД НАН України, передбачають збереження на наступний тиждень та більш віддалену перспективу негативних тенденцій розвитку епідемії COVID-19 в Україні.

Результати оцінки точності Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 9 – 15 листопада 2020 р. розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/198051235171113>.

Повні прогнозні данні Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 16 – 22 листопада 2020 р., включаючи відповідний графічний матеріал, розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/198175755158661>.