

Національна академія наук України
Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень
Міжвідомча ініціативна група з математичного прогнозування
розвитку епідемії коронавірусу COVID-19

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

Прогноз розвитку епідемії COVID-19 в Україні
на період 9 –15 листопада 2020 р.

1. Загальні положення

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

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

Інтервальний прогноз відображає прогностичний коридор, що формують часткові прогнози, та містить мінімальні та максимальні прогностичні 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 кожен неділю, що передуює першому прогностичному тижню.

Оцінка точності прогнозів здійснюється за допомогою низки загальноприйнятих показників точності прогнозів в неділю після закінчення першого прогностичного тижня.

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

Позначення:

AAG – 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 2 – 8 листопада 2020 р.)

Розвиток епідемії COVID-19 в Україні минулого тижня набув аномального характеру, що насамперед стосується показника добового приросту вилікуваних. Це безпосередньо вплинуло на точність прогнозів даного, а також похідних від нього показників, насамперед таких як кількість активних випадків, індекс летальності I_{CC} , індикатор прогресу IP (див. Fig. 2.1-2.3).

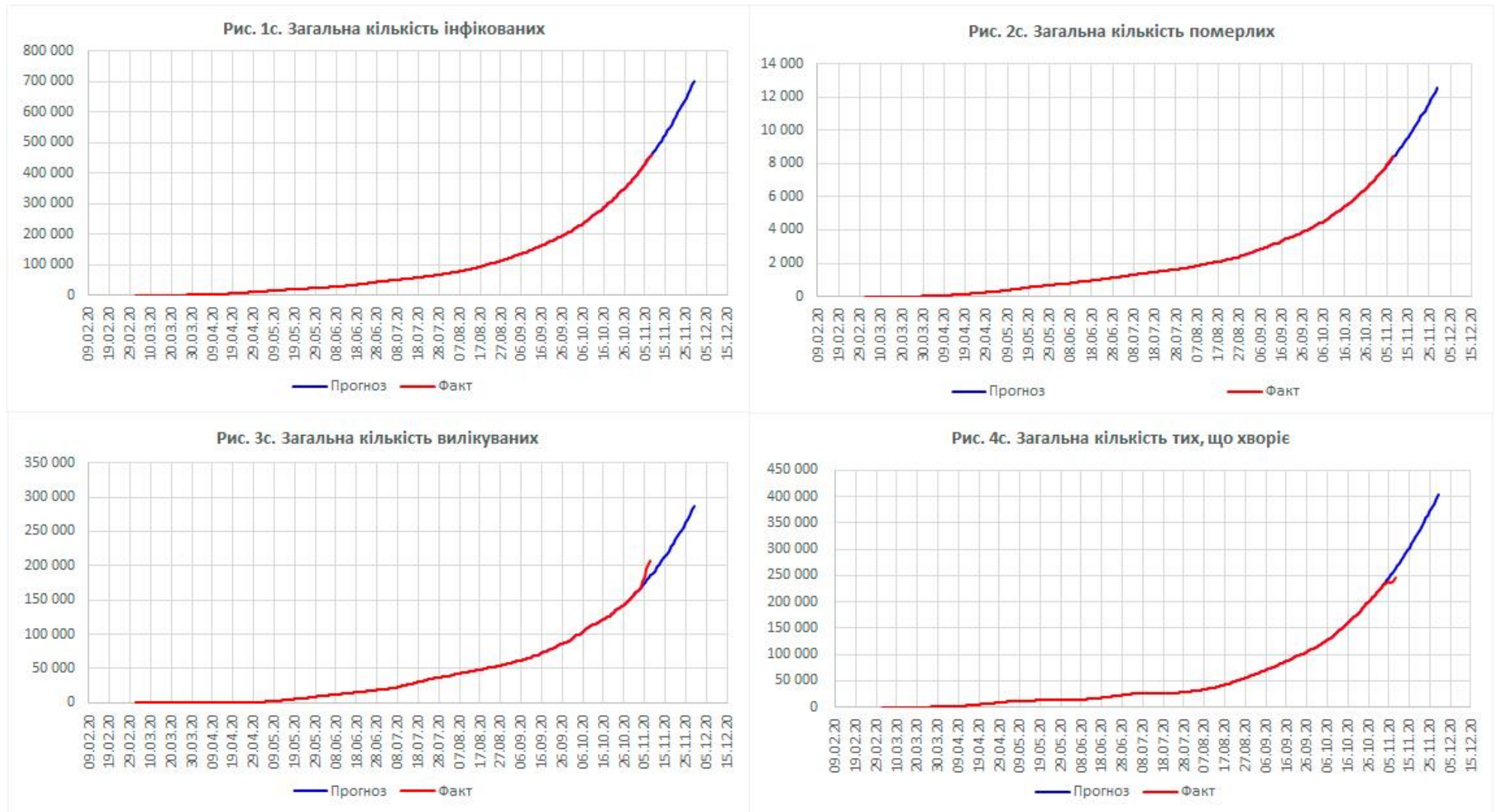


Fig. 2.1. Фактична та прогнозна траєкторії основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

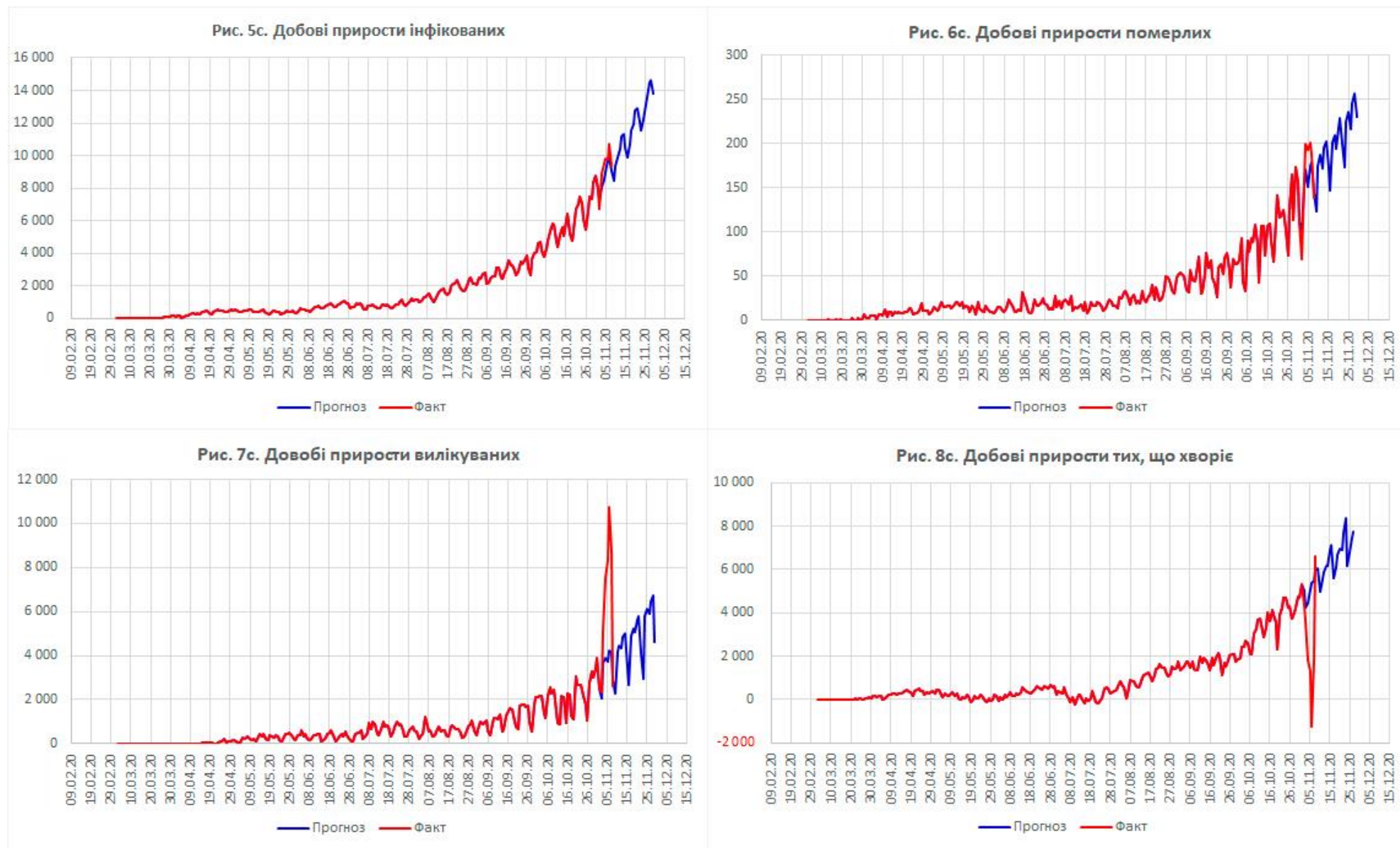


Fig. 2.2. Фактична та прогнозна траєкторії основних добових показників епідемії COVID-19 в Україні

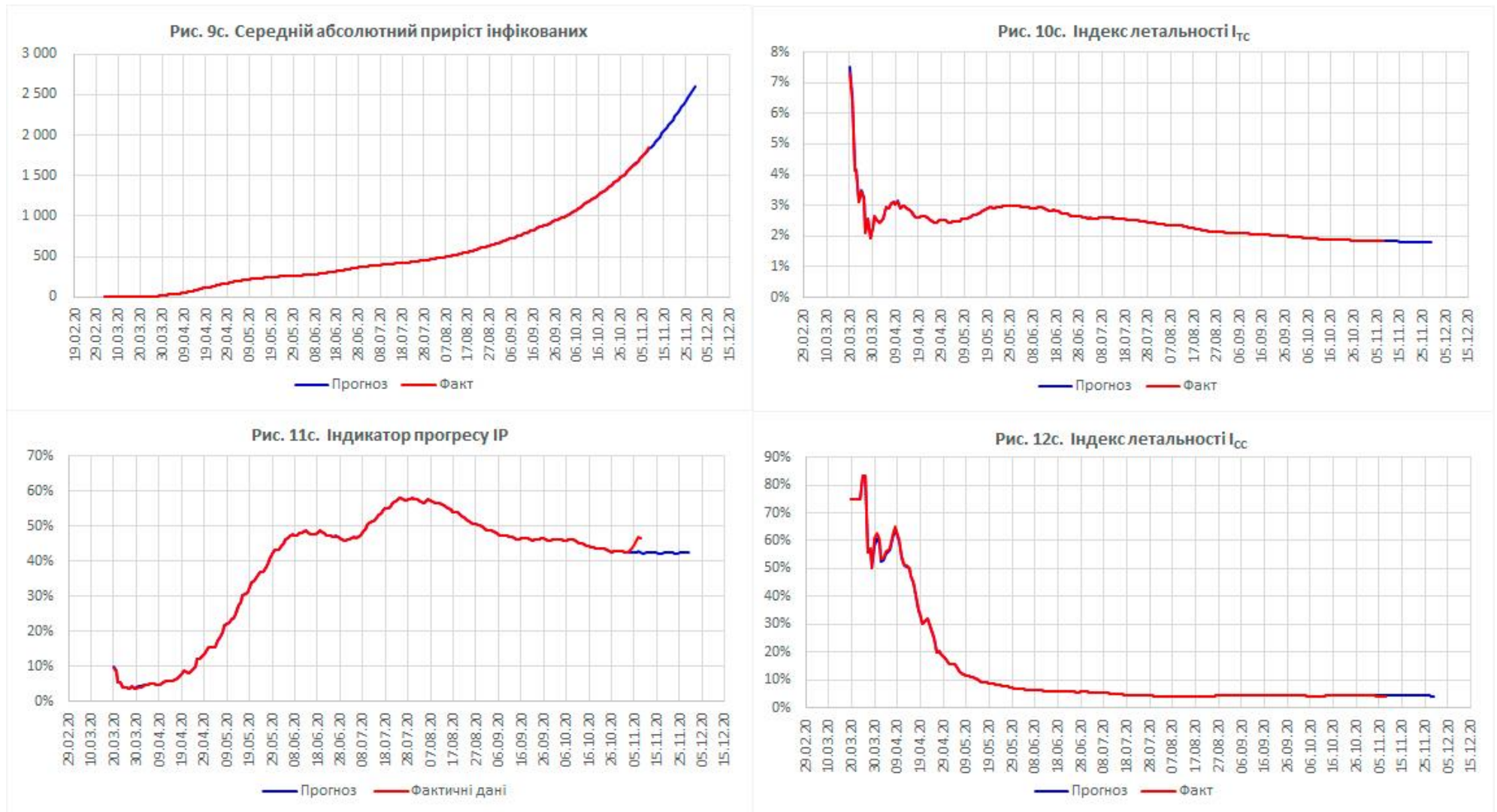


Fig. 2.3. Фактична та прогнозна траєкторії основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні

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

Таблиця 2.1. Оцінки точності консенсус-прогнозу накопичувальних показників епідемії

Дата	Загальна кількість інфікованих					Загальна кількість летальних випадків				
	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*
02.11.2020	402 638	402 194	444	0,11%	0,11%	7 407	7 375	32	0,43%	0,43%
03.11.2020	410 708	411 093	385	0,09%	0,10%	7 558	7 532	26	0,35%	0,39%
04.11.2020	419 265	420 617	1 352	0,32%	0,18%	7 728	7 731	3	0,04%	0,27%
05.11.2020	428 279	430 467	2 188	0,51%	0,26%	7 879	7 924	45	0,56%	0,34%
06.11.2020	438 038	440 188	2 150	0,49%	0,30%	8 054	8 125	71	0,88%	0,45%
07.11.2020	447 931	450 934	3 003	0,67%	0,36%	8 232	8 312	80	0,97%	0,54%
08.11.2020	456 959	460 331	3 372	0,73%	0,42%	8 376	8 450	74	0,87%	0,58%
MAE*/MAPE*			1 842		0,42%			47		0,58%
	Загальна кількість вилікуваних					Загальна кількість тих, що хворіс				
	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*
02.11.2020	163 481	163 768	288	0,18%	0,18%	231 751	231 051	700	0,30%	0,30%
03.11.2020	167 163	168 868	1 705	1,01%	0,59%	235 987	234 693	1 294	0,55%	0,43%
04.11.2020	171 055	176 404	5 349	3,03%	1,41%	240 481	236 482	3 999	1,69%	0,85%
05.11.2020	174 806	184 782	9 976	5,40%	2,40%	245 594	237 761	7 833	3,29%	1,46%
06.11.2020	179 005	195 544	16 539	8,46%	3,61%	250 979	236 519	14 460	6,11%	2,39%
07.11.2020	183 205	204 229	21 024	10,29%	4,73%	256 495	238 393	18 102	7,59%	3,26%
08.11.2020	186 082	206 866	20 784	10,05%	5,49%	262 501	245 015	17 486	7,14%	3,81%
MAE*/MAPE*			10 809		5,49%			9 125		3,81%

(*) Оцінка точності прогнозу в цілому

Таблиця 2.2. Оцінки точності консенсус-прогнозу добових показників епідемії

Дата	Добовий приріст інфікованих					Добовий приріст померлих				
	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*	Прогноз	Факт	MAE	PE	MAPE*
02.11.2020	7 199	6 754	445	6,60%	6,60%	101	69	32	45,75%	45,75%
03.11.2020	8 070	8 899	829	9,32%	7,96%	152	157	5	3,37%	24,56%
04.11.2020	8 557	9 524	967	10,15%	8,69%	170	199	29	14,57%	21,23%
05.11.2020	9 014	9 850	836	8,49%	8,64%	151	193	42	21,71%	21,35%
06.11.2020	9 759	9 721	38	0,40%	6,99%	174	201	27	13,23%	19,73%

07.11.2020	9 893	10 746	853	7,94%	7,15%	178	187	9	4,81%	17,24%
08.11.2020	9 028	9 397	369	3,93%	6,69%	145	138	7	4,71%	15,45%
MAE*/MAPE*			620		6,69%			21		15,45%
	Добовий приріст вилікуваних					Добовий приріст тих, що хворіє				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>
02.11.2020	2 039	2 327	289	12,40%	12,40%	5 060	4 358	702	16,12%	16,12%
03.11.2020	3 683	5 100	1 417	27,79%	20,09%	4 235	3 642	593	16,29%	16,20%
04.11.2020	3 892	7 536	3 644	48,35%	29,51%	4 495	1 789	2 706	151,25%	61,22%
05.11.2020	3 750	8 378	4 628	55,24%	35,94%	5 112	1 279	3 833	299,72%	120,84%
06.11.2020	4 200	10 762	6 562	60,98%	40,95%	5 385	-1 242	6 627	533,59%	203,39%
07.11.2020	4 199	8 685	4 486	51,65%	42,73%	5 516	1 874	3 642	194,33%	201,88%
08.11.2020	2 877	2 637	240	9,11%	37,93%	6 006	6 622	616	9,30%	174,37%
MAE*/MAPE*			3 038		37,93%			2 674		174,37%

Таблиця 2.3. Оцінки точності консенсус-прогнозу синтетичних показників епідемії

Дата	Ітс					Ісс				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>
02.11.2020	1,84%	1,83%	0,01%	0,32%	0,32%	4,33%	4,31%	0,02%	0,58%	0,58%
03.11.2020	1,84%	1,83%	0,01%	0,44%	0,38%	4,33%	4,27%	0,06%	1,31%	0,95%
04.11.2020	1,84%	1,84%	0,01%	0,29%	0,35%	4,32%	4,20%	0,12%	2,96%	1,62%
05.11.2020	1,84%	1,84%	0,00%	0,06%	0,28%	4,31%	4,11%	0,20%	4,89%	2,43%
06.11.2020	1,84%	1,85%	0,01%	0,39%	0,30%	4,31%	3,99%	0,32%	7,93%	3,53%
07.11.2020	1,84%	1,84%	0,01%	0,30%	0,30%	4,30%	3,91%	0,39%	9,95%	4,60%
08.11.2020	1,83%	1,84%	0,00%	0,14%	0,28%	4,31%	3,92%	0,38%	9,76%	5,34%
MAE*/MAPE*			0,01%		0,28%			0,21%		5,34%
	ІР					ААГ				
	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>	<i>Прогноз</i>	<i>Факт</i>	<i>MAE</i>	<i>PE</i>	<i>MAPE*</i>
02.11.2020	42,44%	42,55%	0,11%	0,26%	0,26%	1 650	1 648	182,58%	0,11%	0,11%
03.11.2020	42,54%	42,91%	0,37%	0,86%	0,56%	1 676	1 678	156,73%	0,09%	0,10%
04.11.2020	42,64%	43,78%	1,14%	2,59%	1,24%	1 704	1 710	549,18%	0,32%	0,18%
05.11.2020	42,66%	44,77%	2,11%	4,72%	2,11%	1 734	1 743	885,47%	0,51%	0,26%

06.11.2020	42,70%	46,27%	3,56%	7,70%	3,23%	1 766	1 775	866,38%	0,49%	0,30%
07.11.2020	42,74%	47,13%	4,40%	9,33%	4,24%	1 799	1 811	1205,45%	0,67%	0,36%
08.11.2020	42,55%	46,77%	4,22%	9,02%	4,93%	1 828	1 841	1348,22%	0,73%	0,42%
MAE*/MAPE*			2,27%		4,93%			742,00%		0,42%

3. Прогноз розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 9 – 15 листопада 2020 р.

Всі часткові та інтервальний прогнози, а також консенсус-прогноз розроблено на основі статистичних даних за весь період спостережень на дату, що передуює першій добі прогнозного періоду (табл. 3.1-3.4. Fig. 3.1-3.3)

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.
09.11.2020	468 932	469 442	469 148	468 021	470 286
10.11.2020	479 021	479 912	479 344	477 228	481 163
11.11.2020	490 002	491 379	490 467	487 176	493 187
12.11.2020	501 005	502 974	501 682	497 251	505 793
13.11.2020	512 486	515 212	513 443	507 803	520 598
14.11.2020	524 653	527 688	525 687	518 634	537 993
15.11.2020	535 750	539 342	536 943	528 276	559 889
16.11.2020	545 864	550 458	547 438	—	—
17.11.2020	557 830	562 860	559 588	—	—
18.11.2020	570 531	576 076	572 516	—	—
19.11.2020	583 419	589 790	585 764	—	—
20.11.2020	596 460	604 254	599 368	—	—
21.11.2020	610 369	618 995	613 603	—	—
22.11.2020	623 076	632 926	626 722	—	—

Таблиця 3.2. Прогнози загальної кількості померлих

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
09.11.2020	8 556	8 577	8 566	8 544	8 624
10.11.2020	8 736	8 777	8 755	8 718	8 835
11.11.2020	8 939	9 007	8 973	8 927	9 063
12.11.2020	9 137	9 240	9 181	9 116	9 304
13.11.2020	9 345	9 475	9 403	9 326	9 581
14.11.2020	9 557	9 696	9 618	9 525	9 887
15.11.2020	9 726	9 872	9 791	9 681	10 253
16.11.2020	9 871	10 018	9 936	—	—
17.11.2020	10 082	10 244	10 154	—	—
18.11.2020	10 312	10 512	10 404	—	—
19.11.2020	10 536	10 790	10 645	—	—
20.11.2020	10 771	11 068	10 898	—	—
21.11.2020	11 013	11 328	11 145	—	—
22.11.2020	11 213	11 536	11 348	—	—

Таблиця 3.3. Прогнози загальної кількості вилікуваних

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
09.11.2020	209 441	209 843	209 603	204 448	208 436
10.11.2020	213 694	220 272	215 458	201 791	213 220
11.11.2020	218 479	231 344	221 798	199 375	222 671
12.11.2020	222 841	242 023	227 739	198 582	240 789
13.11.2020	227 557	253 469	234 110	202 014	271 897
14.11.2020	232 561	265 055	240 579	206 924	318 480
15.11.2020	236 573	270 386	244 662	209 912	397 923
16.11.2020	239 901	274 284	248 001	—	—
17.11.2020	244 911	288 277	255 205	—	—

18.11.2020	250 515	303 143	262 884	—	—
19.11.2020	255 981	317 475	270 248	—	—
20.11.2020	261 477	332 849	278 009	—	—
21.11.2020	267 476	348 414	285 961	—	—
22.11.2020	272 279	355 484	290 964	—	—

Таблиця 3.4. Прогнози загальної кількості тих, що хворіє

Дата	Інтервальний прогноз		Консенсус-прогноз		
			Прогнозні значення	Довірчий інтервал	
	Нижч. гр.	Верх. гр.		Нижч. гр.	Верх. гр.
09.11.2020	250 935	251 022	250 979	250 664	254 100
10.11.2020	256 591	250 863	255 131	256 087	263 057
11.11.2020	262 584	251 029	259 695	261 249	269 291
12.11.2020	269 027	251 712	264 762	266 188	276 808
13.11.2020	275 585	252 269	269 929	270 929	285 308
14.11.2020	282 536	252 936	275 490	275 492	293 988
15.11.2020	289 452	259 083	282 489	279 890	302 832
16.11.2020	296 092	266 155	289 500	—	—
17.11.2020	302 837	264 339	294 229	—	—
18.11.2020	309 704	262 422	299 228	—	—
19.11.2020	316 902	261 525	304 871	—	—
20.11.2020	324 212	260 338	310 461	—	—
21.11.2020	331 881	259 253	316 496	—	—
22.11.2020	339 585	265 906	324 410	—	—

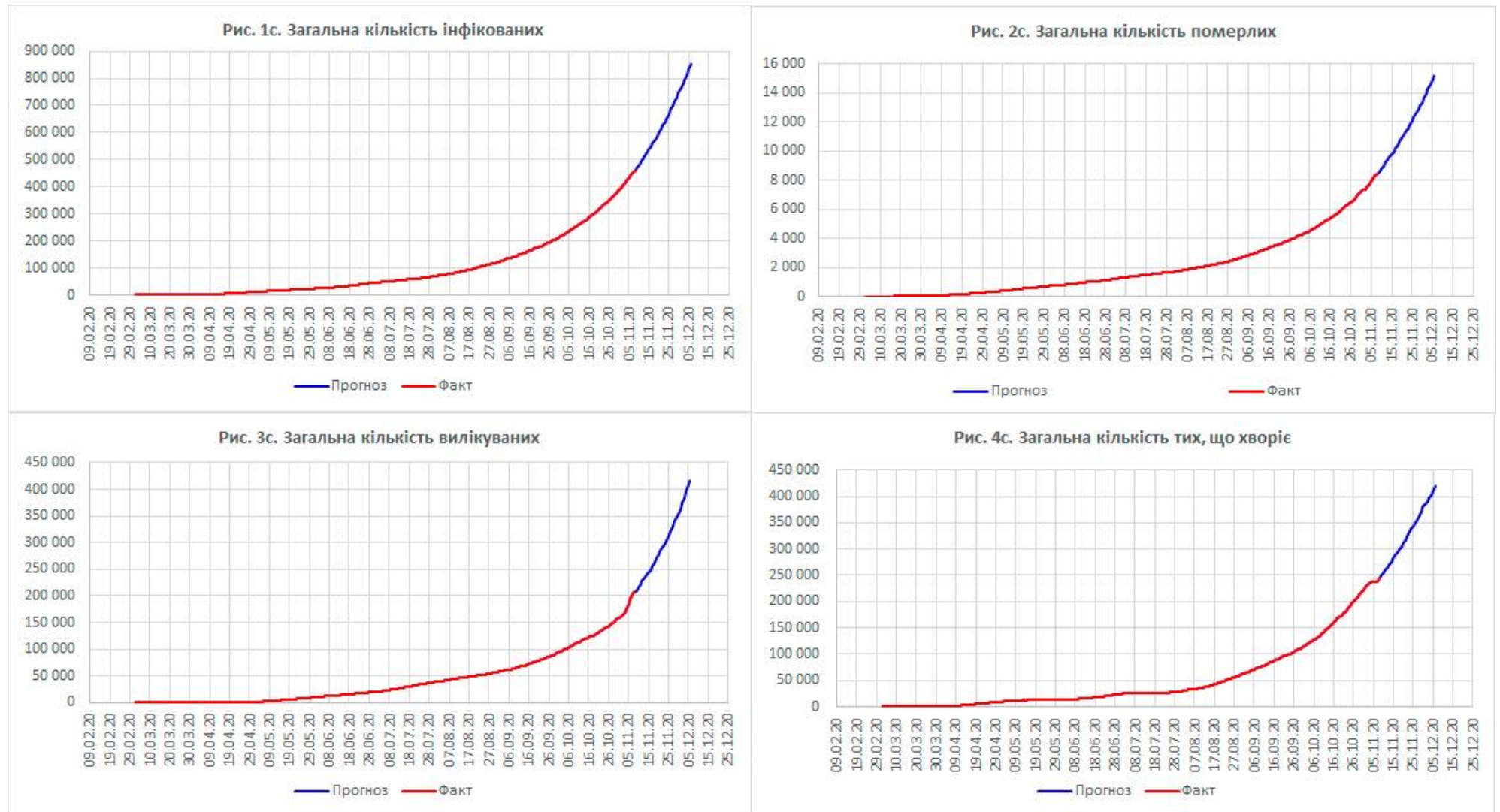


Fig. 3.1. Консенсус-прогноз основних накопичувальних показників епідемії COVID-19 в Україні

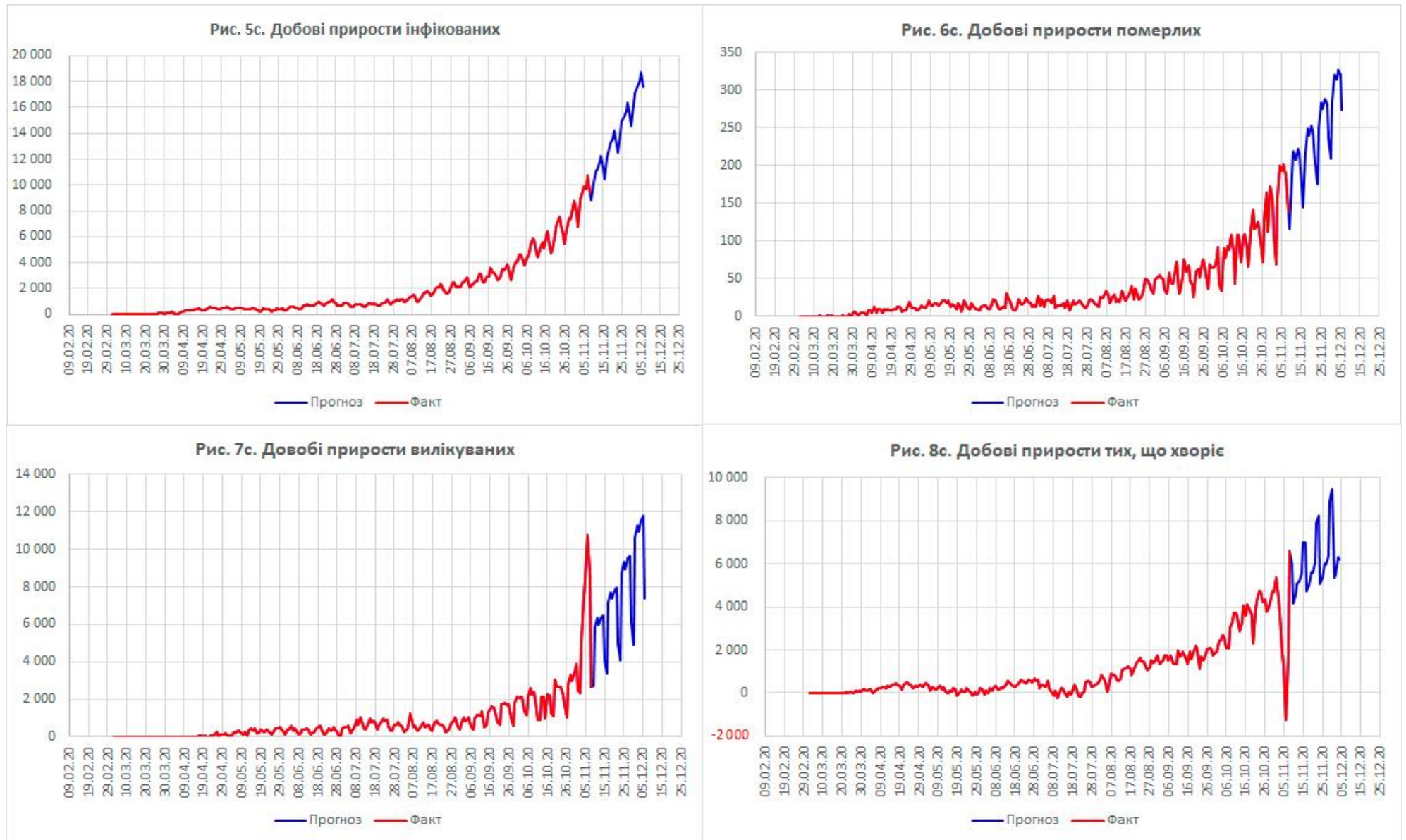


Fig. 3.2. Consensus-forecast of main daily indicators of the COVID-19 epidemic in Ukraine

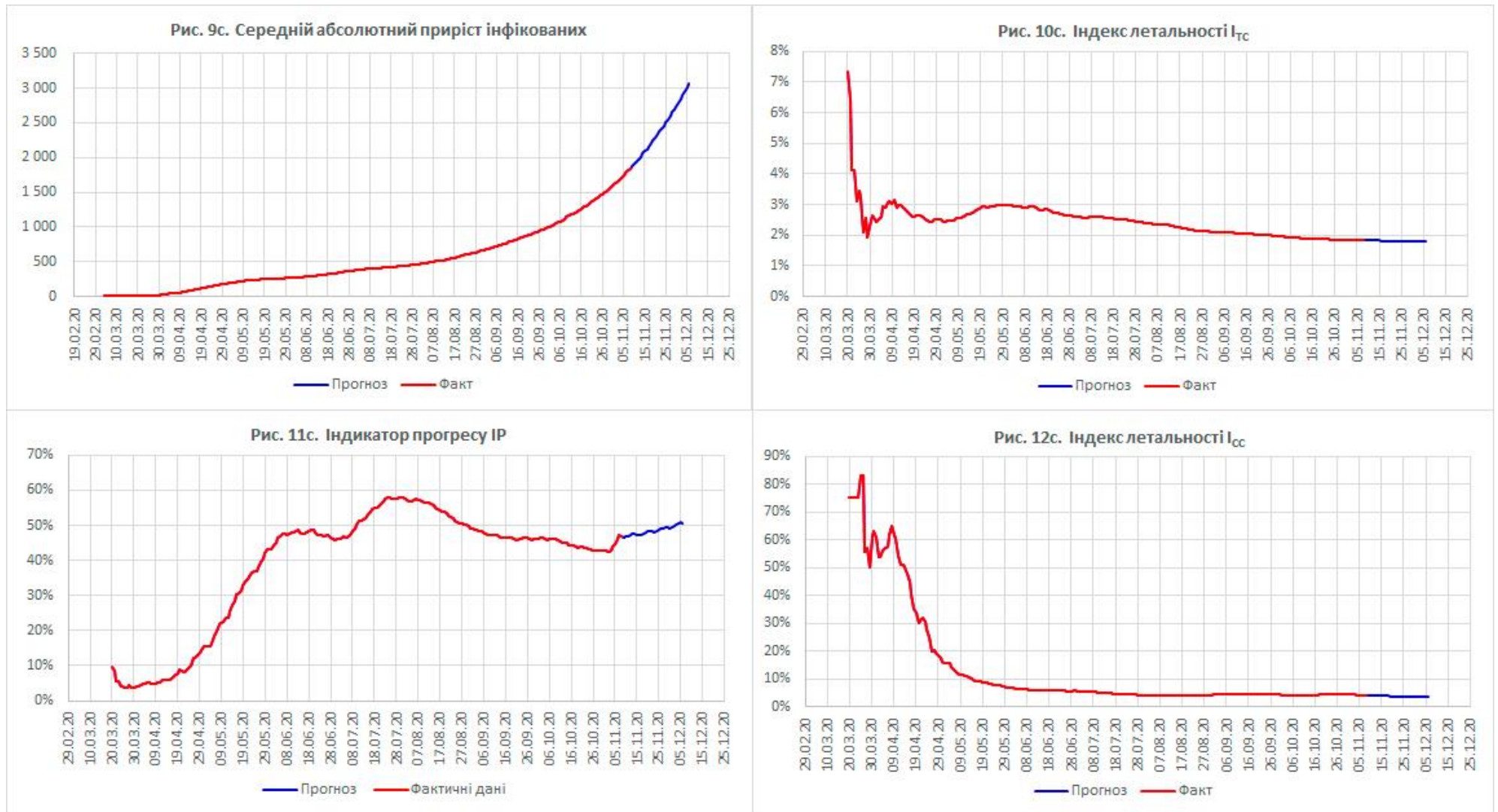


Fig. 3.3. Консенсус-прогноз основних синтетичних показників епідемії COVID-19 в Україні

4. Основний висновок та додаткові відомості

Аномального характеру розвитку епідемії COVID-19 в Україні, що спостерігався минулого тижня, надала динаміка показника добового приросту кількості вилікуваних, поведінка якого схильна до дії людського фактору, зокрема порядку та рівня організації медичної статистики, якості статистичного обліку, а також оперативних рішень уповноважених осіб. З урахуванням такої природи показника добового приросту вилікуваних низка західних країн взагалі не публікує відповідну статистику. В Україні з її недосконалою статистикою, дія подібних чинників призводить до зростання складності точного прогнозування динаміки цього і похідних від нього показників.

Ці обставини обумовили розбіжності в часткових прогнозах. Деякі з них розцінюють аномальні явища як зачатки нової тенденції і передбачають їхнє закріплення в прогнозній перспективі. Однак, незважаючи на це, всі часткові та узагальнені прогнози передбачають збереження негативних тенденцій розвитку епідемії COVID-19 в Україні і свідчать про можливість колапсу медичної системи країни в найближчий час при збереженні існуючих тенденції розвитку епідемії.

Результати оцінки точності Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 2 – 8 листопада 2020 р. розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/196077685368468> .

Повні прогнозні дані Прогнозу розвитку епідемії коронавірусу COVID-19 в Україні на період 9 – 15 листопада 2020 р., включаючи відповідний графічний матеріал, розміщено на WEB-сторінці ІПРЕЕД НАН України: <https://www.facebook.com/ab.alyokhin/posts/196213788688191> .