

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ КОРОНАВИРУСОМ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ВЕСНОЙ-ЛЕТОМ 2020 ГОДА. УТОЧНЕННЫЕ ДАННЫЕ.

П.С. Гринчук

Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, г. Минск.

gps@hmti.ac.by

(30 апреля 2020 г.)

В данной работе на основании анализа статистических данных по заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь за период с 6 марта по 30 апреля 2020 г. выполнен уточненный прогнозный расчет динамики заболеваемости коронавирусом на территории Республики Беларусь. Согласно данному расчету **пик** заболеваемости может быть достигнут в период **28 апреля – 9 мая**, когда прогнозируется ежедневно более 800 случаев заболевания. Расчет дает уточненную оценку в **44 тысячи** заболевших коронавирусом в Республике Беларусь в период весны-лета 2020 г. Середина эпидемического процесса может быть преодолена в районе 9-10 мая, когда общее количество заболевших может достичь 22 тысяч. Уменьшение уровня заболеваемости до 100 новых случаев в день прогнозируется на период последней недели июня – начала июля. На краткосрочную перспективу в 30-50 дней точность прогноза по количеству заболевших оценивается в 10-15%, по конкретным датам - плюс-минус 5-7 дней.

С момента составления первого прогноза [1] по динамике заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь прошло около недели. Появившиеся новые данные [2] не противоречат сделанному прогнозу, находятся в разумном согласовании с ним. Одновременно новые данные позволяют уточнить сделанный прогноз. В данном случае в качестве исходных данных для анализа будут использованы официальные статистические данные в период с 6 марта по 30 апреля 2020 г. [2] (рисунок 1).

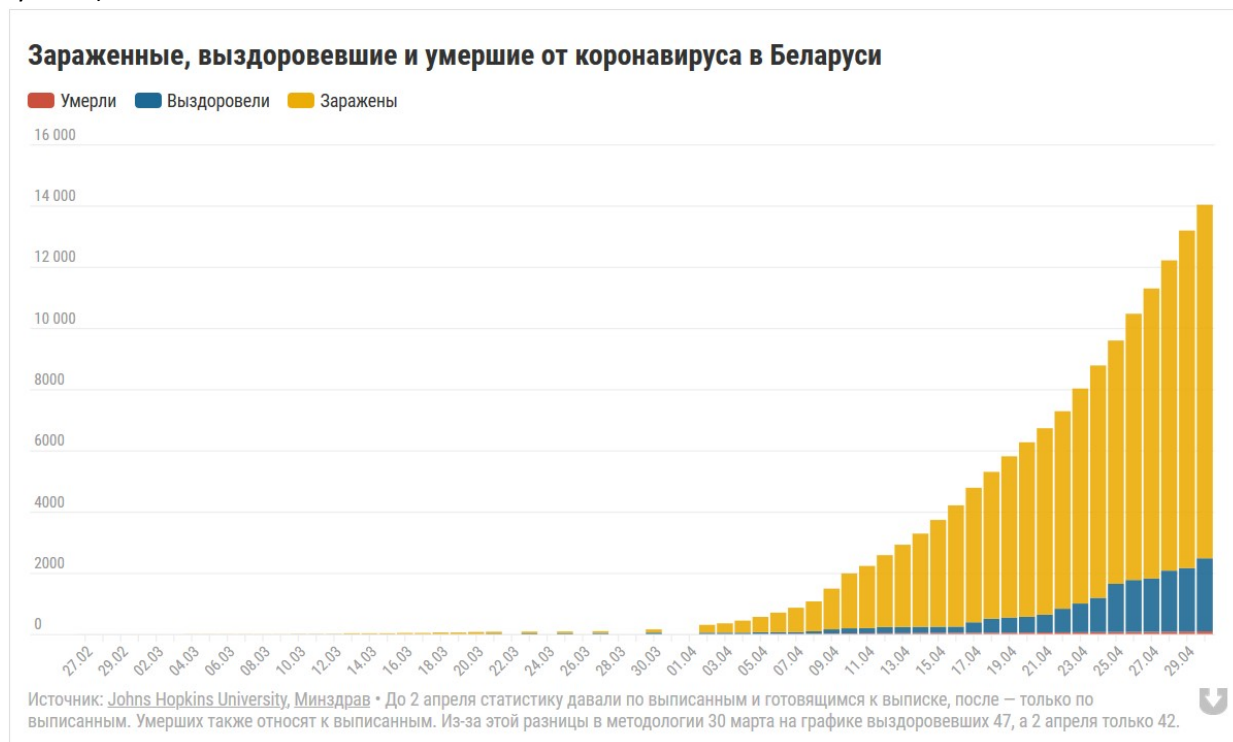


Рисунок 1. Данные по заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь по состоянию на 30 апреля 2020 [2].

В качестве инструмента математического анализа имеющихся данных, по-прежнему, будет использоваться подход, описанный в работе [3]. Уточненные коэффициенты α , β по новым данным (рисунок 2), имеют следующие числовые значения

$$\alpha = 1.72(4), \beta = 0.949, \quad (1)$$

для выражения

$$C(n+1) = \alpha [C(n)]^\beta. \quad (2)$$

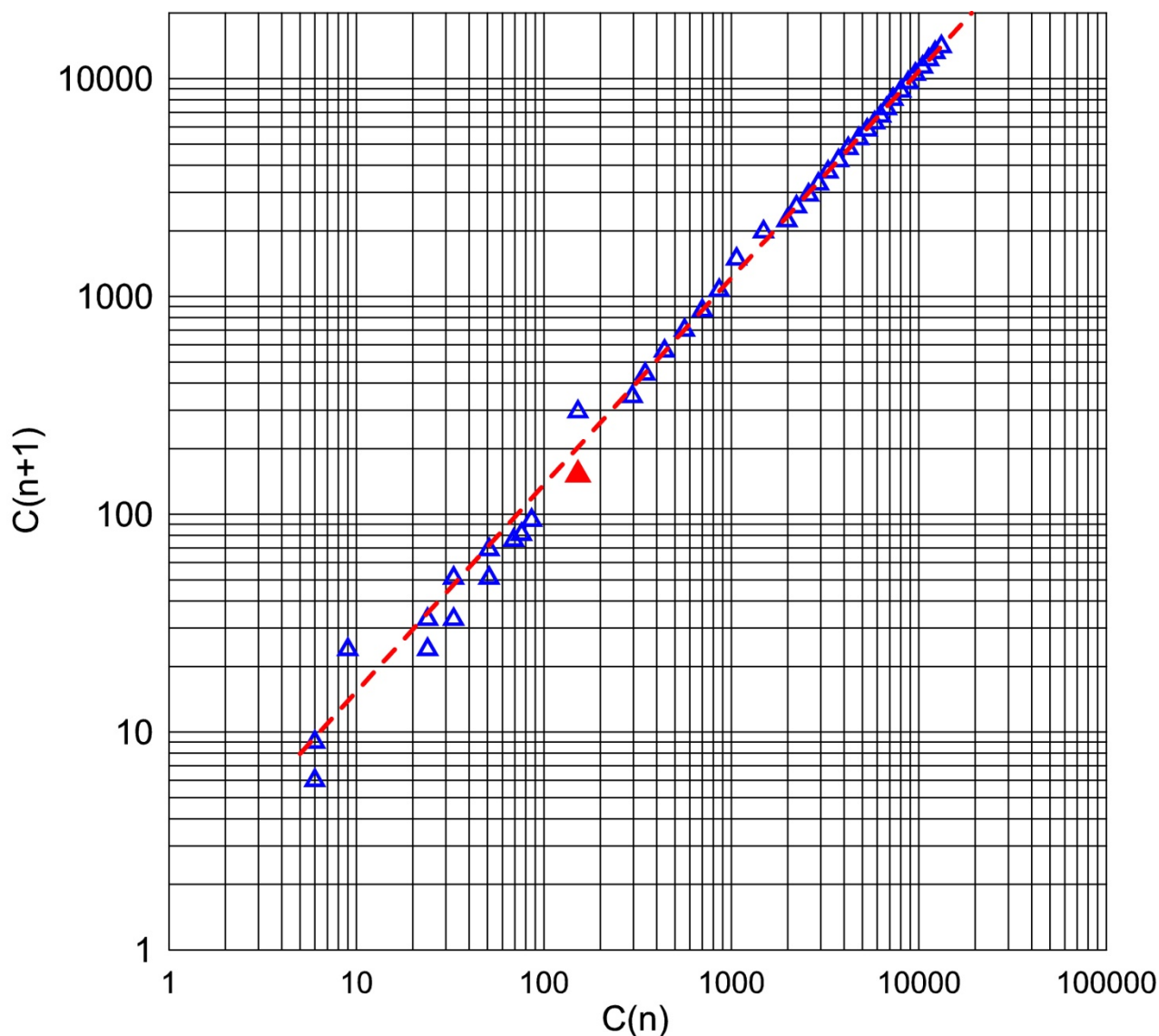


Рисунок 2. Уточненная зависимость количества вовлеченных в заболевание коронавирусом $C(n+1)$ в день $n+1$ от количества вовлеченных в предыдущий день $C(n)$ по статистическим данным заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь в период с 06 марта по 30 апреля 2020 г. [2]. Аппроксимация за период 30 марта (красный символ) – 30 апреля.

Еще раз отметим, что степенная зависимость вида (2) является не «случайным» совпадением, а связана с фрактальным характером самого процесса распространения эпидемии. Отличие показателя степенной зависимости β от 1, по нашему мнению, отражает факт не 100% вероятности заражения коронавирусом при контакте здорового и заболевшего человека и случайный характер такого заражения, обусловленный рядом непредсказуемых факторов. Эту особенность можно объяснить и описать в рамках SIR – модели [4], с привлечением математического аппарата современной теории

перколяции [5]. Но в данном случае задача является более прагматичной - получить конкретные прогнозные данные для конкретной страны.

Как и в работе [1], далее воспользуемся следующей функциональной зависимостью числа вовлеченных (заболевших) от времени, т.е. от количества дней n с начала отсчета [3]

$$C(n) = \alpha^{\frac{1-\beta^n}{1-\beta}} [C(0)]^{\beta^n}. \quad (3)$$

Начальное значение количества вовлеченных $C(0)$, определенное по той же методике, что и в работе [1], остается прежним

$$C(0) = 100. \quad (4)$$

Результаты прогнозного расчета по функциональной зависимости (3) с параметрами (1), (4) представлены на рисунке 3 и в приложении. Для наглядности на этом рисунке пунктирными линиями показаны результаты предыдущего прогноза [1].

Анализируя уточненные данные, отметим следующее. Пик заболеваемости в данной работе рассматривается как максимальное количество новых случаев заражения коронавирусом в день. Прогноз по пику заболеваемости коронавирусом по уточненным данным не изменяется, но несколько расширяется. Этот **пик приходится на период с 28 апреля по 9 мая** (в предыдущем прогнозе с 28 апреля по 4 мая). При этом может регистрироваться более 800 случаев в день. Максимальное прогнозное количество заболевших, по уточненным данным, может достичь **44 тысяч человек**. Середина (медиана) эпидемии по прогнозному расчету будет пройдена 9-10 мая, когда общее количество заболевших достигнет 50% (около 22 тысяч заболевших) от общего прогнозного.

Достижение уровня заболеваемости в 100 новых случаев в день прогнозируется к 28 июня-3 июля; 10 случаев в день - к 15-20 августа. По рассматриваемым здесь прогнозным данным уровень в 97% от всех заболевших может быть пройден 5-10 июля, 99 % - 25-30 июля.

Отметим, что данные представленного здесь прогноза находятся в заметном противоречии с прогнозом, сделанным сингапурскими программистами [6], которые через несколько дней после появления своего первого прогноза радикально изменили его для ряда стран [7], а Республику Беларусь вообще исключили из своего прогноза [8] без объяснения каких-либо причин.

В заключении сделаем ряд важных замечаний относительно точности прогноза. Во-первых, прогнозный расчет опирается на официальные статистические данные и его точность напрямую зависит от точности этих исходных данных. Во-вторых, прогнозный расчет нельзя рассматривать как абсолютно точный. На взгляд автора, его задача уловить важные тенденции (рост, максимум, спад), дать для компетентных специалистов информацию о возможных количествах заболевших, что важно для планирования медицинских лечебных и профилактических мер. Относительную точность прогноза по количеству заболевших можно оценить в 10-15 %, по датам наступления определенных событий в 5-7 дней, по крайней мере в первые 30-50 дней от даты составления прогноза. На более долгосрочную перспективу прогнозный расчет может указывать правильные тенденции, но к конкретным цифрам и датам в этом случае нужно относиться с определенной осторожностью и аккуратностью. Отметим также, что сделанный прогноз по причине специфики его методики справедлив до тех пор, пока условия развития процесса заболеваемости соответствуют условиям, при которых получены исходные статистические данные для прогноза. Так, усиление или послабление карантинных мероприятий может изменить ситуацию существенно. Например, весь апрель месяц, фактически, школьники страны находились на каникулах либо на дистанционном обучении. Изменение такого положения вещей может повлиять на ситуацию. Можно предположить, что изменение погодных условий (например, потепление), также в определенной мере изменит ситуацию. Так, для начального периода распространения заболевания 15 марта – 30 апреля погодные условия оставались приблизительно

постоянными (среднесуточная температура +5 - +10 °С, умеренная влажность). Однако заметное распространение заболевания в странах с более теплым климатом [9] свидетельствует, скорее, в пользу малого влияния температуры окружающей среды на данное заболевание.

В любом случае, выполненный прогноз фактически лишен фактора субъективности, который в большей или меньшей степени характерен даже для экспертных оценок врачей-эпидемиологов, непосредственно наблюдающих реальную ситуацию (при всем возможном уважении к нашим медикам, находящимся на переднем крае борьбы с заболеванием). Методика данного прогнозного расчета опубликована и достаточно прозрачна, исходные данные доступны. Любой желающий может повторить данный прогнозный расчет.

Отметим в заключении, что данная работа выполнена в порядке частной инициативы автора.

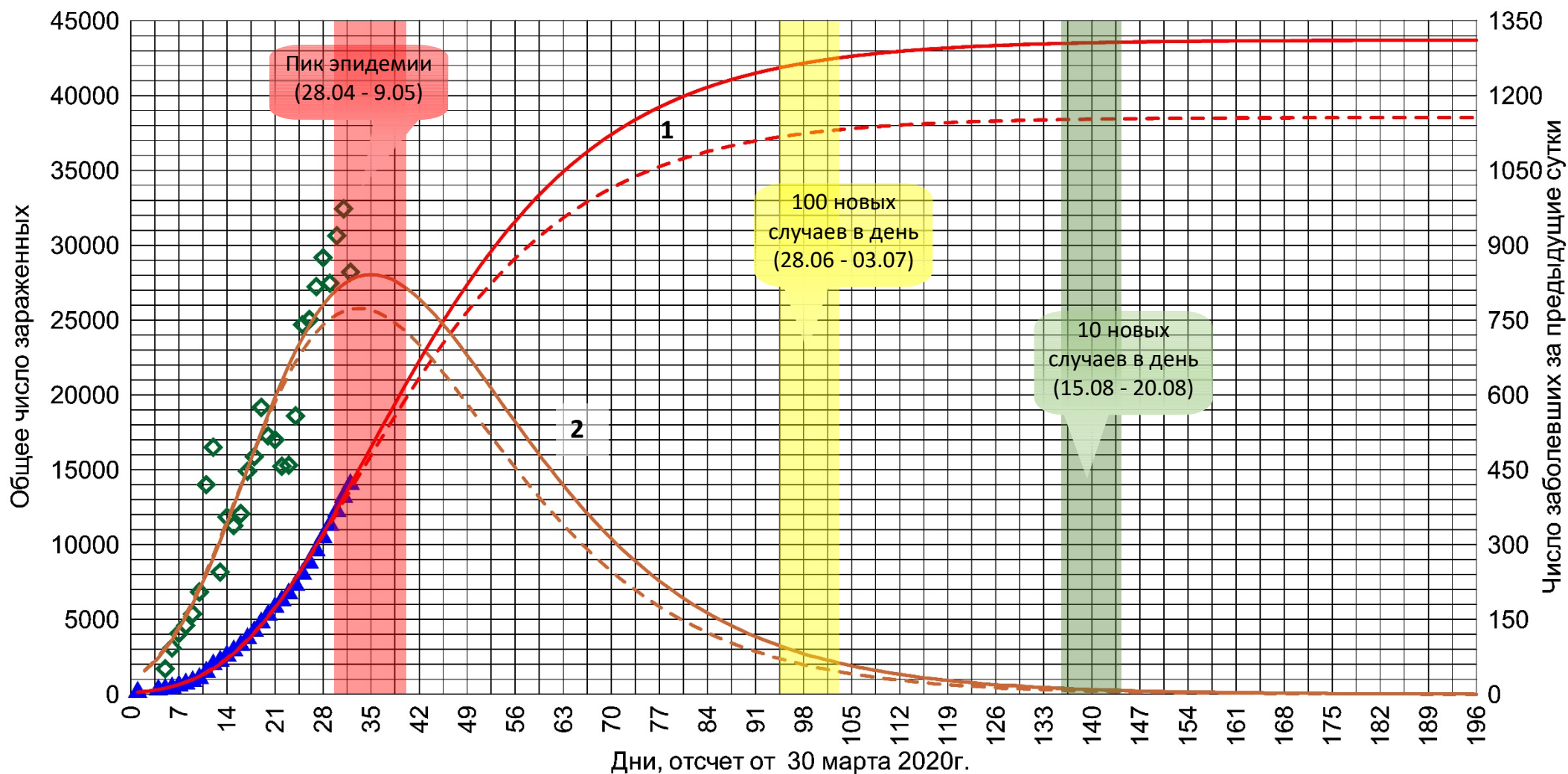


Рисунок 3. Результаты уточненного прогнозного расчета для общего количества заболевших коронавирусом в Республике Беларусь весной-летом 2020 г по данным на 30 апреля 2020 г. Кривая 1 (левая ось ординат) – прогнозный расчет для общего количества заболевших; синие символы – фактические данные; 2(правая ось ординат) - прогнозный расчет для количества вновь заболевших в данный день, зеленые символы – фактические данные. Пунктирная линия – результаты прогнозного расчета по данным от 24 апреля 2020 г. [1].

Список источников

1. П.С. Гринчук. Прогноз развития заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь. Препринт от 26.04.2020 г. DOI: <http://dx.doi.org/10.24108/preprints-3112033>
2. Последняя информация о коронавирусе в Беларуси и мире (URL <https://news.tut.by/coronavirus-map/>)
3. Fanelli D., Piazza F. Analysis and forecast of COVID-19 spreading in China, Italy and France // Chaos, Solitons & Fractals. 2020. V. 134. Art. # 109761.
4. Pastor-Satorras R. et al. Epidemic processes in complex networks // Reviews of Modern Physics. 2015. V. 87. Iss. 3. Pp. 925-979.
5. P. S. Grinchuk. Cluster size distribution in percolation theory and fractal Cantor dust // Physical Review E. 2007. V. 75. Iss. 4. Art. # 041118.
6. Сингапурские аналитики спрогнозировали дату окончания пандемии коронавируса в Беларуси. Газета «Наша ніва». Статья от 27.04.2020. URL <https://nn.by/?c=ar&i=250789&lang=ru>
7. Ученые, предсказавшие окончание вспышки COVID-19 в России, радикально изменили свой прогноз. Новостной сайт РосБалт. Новость от 28.04.2020 г. URL <https://www.rosbalt.ru/world/2020/04/28/1840918.html?noredir=true>
8. When Will COVID-19 End Data-Driven Estimation of End Dates (updated on April 30). URL <https://ddi.sutd.edu.sg/>.
9. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU) <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>

Приложение. Результаты прогнозного расчета заболеваемости коронавирусом в Республике Беларусь в период весны-лета 2020 г. по уточненным данным от 30 апреля 2020 г [2]. Точность прогнозного расчета оценивается в 10-15%.

Дата	День с начала отсчета	Прогнозное число вовлеченных (заболевших)	Фактическое число заболевших	Количество заболевших за день, прогноз	Количество заболевших за день, факт
1	2	3	4	5	6
30 мар	1	136	152		
31 мар	2	183		47	
01 апр	3	242		59	
02 апр	4	315	296	73	
03 апр	5	406	347	90	51
04 апр	6	515	440	109	93
05 апр	7	646	562	131	122
06 апр	8	801	700	155	138
07 апр	9	982	861	181	161
08 апр	10	1192	1066	210	205
09 апр	11	1432	1486	240	420
10 апр	12	1704	1981	273	495
11 апр	13	2011	2226	307	245
12 апр	14	2353	2581	342	355
13 апр	15	2731	2919	378	338
14 апр	16	3146	3281	415	362
15 апр	17	3598	3728	452	447
16 апр	18	4086	4204	489	476
17 апр	19	4611	4779	525	575
18 апр	20	5172	5297	560	518
19 апр	21	5767	5807	595	510
20 апр	22	6394	6264	627	457
21 апр	23	7053	6723	659	459
22 апр	24	7740	7281	688	558
23 апр	25	8454	8022	714	741
24 апр	26	9193	8773	739	751
25 апр	27	9954	9590	761	817
26 апр	28	10734	10465	780	875
27 апр	29	11531	11289	797	824
28 апр	30	12342	12208	811	919
29 апр	31	13164	13181	822	973
30 апр	32	13994	14027	831	846
01 май	33	14831		837	
02 май	34	15671		840	
03 май	35	16513		841	
04 май	36	17353		840	
05 май	37	18190		837	
06 май	38	19022		832	
07 май	39	19846		824	

1	2	3	4	5	6
08 май	40	20661		815	
09 май	41	21466		805	
10 май	42	22259		793	
11 май	43	23038		779	
12 май	44	23802		765	
13 май	45	24551		749	
14 май	46	25284		733	
15 май	47	26000		716	
16 май	48	26698		698	
17 май	49	27377		679	
18 май	50	28038		661	
19 май	51	28680		642	
20 май	52	29302		623	
21 май	53	29906		603	
22 май	54	30490		584	
23 май	55	31055		565	
24 май	56	31601		546	
25 май	57	32128		527	
26 май	58	32636		508	
27 май	59	33125		490	
28 май	60	33597		471	
29 май	61	34050		454	
30 май	62	34486		436	
31 май	63	34905		419	
01 июн	64	35308		402	
02 июн	65	35694		386	
03 июн	66	36064		370	
04 июн	67	36419		355	
05 июн	68	36760		340	
06 июн	69	37085		326	
07 июн	70	37397		312	
08 июн	71	37695		298	
09 июн	72	37981		285	
10 июн	73	38253		273	
11 июн	74	38514		261	
12 июн	75	38763		249	
13 июн	76	39001		238	
14 июн	77	39228		227	
15 июн	78	39444		217	
16 июн	79	39651		207	
17 июн	80	39848		197	
18 июн	81	40036		188	
19 июн	82	40216		179	
20 июн	83	40386		171	
21 июн	84	40549		163	
22 июн	85	40704		155	
23 июн	86	40852		148	

1	2	3	4	5	6
24 июн	87	40993		141	
25 июн	88	41127		134	
26 июн	89	41254		128	
27 июн	90	41376		121	
28 июн	91	41491		116	
29 июн	92	41601		110	
30 июн	93	41706		105	
01 июл	94	41805		100	
02 июл	95	41900		95	
03 июл	96	41990		90	
04 июл	97	42076		86	
05 июл	98	42157		81	
06 июл	99	42235		77	
07 июл	100	42308		74	
08 июл	101	42378		70	
09 июл	102	42445		67	
10 июл	103	42508		63	
11 июл	104	42568		60	
12 июл	105	42625		57	
13 июл	106	42679		54	
14 июл	107	42731		52	
15 июл	108	42780		49	
16 июл	109	42826		47	
17 июл	110	42871		44	
18 июл	111	42913		42	
19 июл	112	42952		40	
20 июл	113	42990		38	
21 июл	114	43026		36	
22 июл	115	43060		34	
23 июл	116	43093		32	
24 июл	117	43124		31	
25 июл	118	43153		29	
26 июл	119	43181		28	
27 июл	120	43207		26	
28 июл	121	43232		25	
29 июл	122	43256		24	
30 июл	123	43279		23	
31 июл	124	43300		21	
01 авг	125	43321		20	
02 авг	126	43340		19	
03 авг	127	43358		18	
04 авг	128	43376		17	
05 авг	129	43392		17	
06 авг	130	43408		16	
07 авг	131	43423		15	
08 авг	132	43437		14	
09 авг	133	43450		13	

1	2	3	4	5	6
10 авг	134	43463		13	
11 авг	135	43475		12	
12 авг	136	43487		12	
13 авг	137	43498		11	
14 авг	138	43508		10	
15 авг	139	43518		10	
16 авг	140	43527		9	
17 авг	141	43536		9	
18 авг	142	43545		8	
19 авг	143	43553		8	
20 авг	144	43560		8	
21 авг	145	43567		7	
22 авг	146	43574		7	
23 авг	147	43581		6	
24 авг	148	43587		6	
25 авг	149	43593		6	
26 авг	150	43598		6	
27 авг	151	43603		5	
28 авг	152	43608		5	
29 авг	153	43613		5	
30 авг	154	43618		4	
31 авг	155	43622		4	
01 сен	156	43626		4	
02 сен	157	43630		4	
03 сен	158	43633		4	
04 сен	159	43637		3	
05 сен	160	43640		3	
06 сен	161	43643		3	
07 сен	162	43646		3	
08 сен	163	43649		3	
09 сен	164	43652		3	
10 сен	165	43654		3	
11 сен	166	43657		2	
12 сен	167	43659		2	
13 сен	168	43661		2	
14 сен	169	43663		2	
15 сен	170	43665		2	
16 сен	171	43667		2	
17 сен	172	43669		2	
18 сен	173	43670		2	
19 сен	174	43672		2	
20 сен	175	43673		1	
21 сен	176	43675		1	
22 сен	177	43676		1	
23 сен	178	43678		1	
24 сен	179	43679		1	
25 сен	180	43680		1	

1	2	3	4	5	6
26 сен	181	43681		1	
27 сен	182	43682		1	
28 сен	183	43683		1	
29 сен	184	43684		1	
30 сен	185	43685		1	
01 окт	186	43686		1	
02 окт	187	43686		1	
03 окт	188	43687		1	
04 окт	189	43688		1	
05 окт	190	43689		1	
06 окт	191	43689		1	
07 окт	192	43690		1	
08 окт	193	43691		1	
09 окт	194	43691		1	
10 окт	195	43692		1	
11 окт	196	43692		0	