

## Исследование пандемии COVID-19. Россия и США

### С чего всё начиналось

Для начала - сообщение СМИ на полях Яндекса (9 апреля, 16:07):

Минздрав объяснил резкий рост числа заражённых коронавирусом в России [news.ru](#) 3 часа назад



Вот его содержание:

В Минздраве нашли причину резкого увеличения количества заболевших коронавирусом в России. Как заявила главный внештатный специалист по инфекционным заболеваниям ведомства Елена Масленникова, это стало следствием поведения россиян неделей ранее.

Последний рост инфекции за вчера <.,> просчитывается. Как раз через пять-семь-восемь дней <...> после вот этих шашлыков,  
— пояснила она в эфире программы на телеканале «Россия 1».

По её мнению, граждане поначалу легкомысленно отнеслись к самоизоляции.

Ранее NEWS.ru писал, что в России за сутки **зафиксировано** 1459 новых случаев коронавируса. Таким образом, общее число заболевших с начала распространения инфекции составило 10131 в 81 регионе.

Это заявление - либо неграмотность, либо осознанная недобросовестность. Специалист по инфекционным заболеваниям обязан знать основы медицинской статистики, поскольку главным инструментом против этих заболеваний является профилактика, а главным методом оценки профилактической деятельности является анализ статистики этих заболеваний, их динамики и форм распространения. А статистика вышедшей на экспоненциальный рост эпидемии заражений из-за единичных актов нестандартного поведения, невыполнения тривиальных санитарных требований увеличивает вероятность заболевания этих лиц, но практически не влияет на само развитие эпидемии, лишь слегка меняя скорость этого экспоненциального роста. Это хорошо известный факт.

В настоящее время СМИ, с одной стороны, наполнены благовещанием, а с другой - страшат людей апокалипсическими прогнозами. И чрезвычайно мало хорошо аргументированных статей даже от крупных ученых, поскольку стандартные модели эпидемий гриппа уже не годятся, так как в них отсутствует фактор государственных решений по противодействию распространения. Уже это создает множественность моделей, поскольку эпидемия в Китае, в Германии, в США и в Швеции развиваются по разным сценариям, хотя и имеют много общего (один и тот же коронавирус COVID-19).

Мы не претендуем на какие-либо оригинальные идеи, мы просто-напросто пользуемся нашим многолетним опытом решения нестандартных статистических задач при грамотном использовании общедоступных статистических данных. Этот опыт включает и знания из давних времен, когда один из авторов занимался статистикой распространения капельных инфекций (дифтерийное носительство и менингококковая инфекция) в содружестве с замечательным врачом и ученым, Лидией Александровной Фаворовой.

Распространение инфекций - естественный биологический процесс, подчиняющийся

давно изученным закономерностям. Характер распространения инфекции зависит, во-первых, от интенсивности контактов между людьми, чреватых возможной передачей заразы между ними. Во-вторых, от вероятности заражения при потенциально опасном контакте. При определенном сочетании значений этих двух характеристик, зараза может распространяться не только быстро, но и с нарастающей пропорционально количеству этой заразы скоростью. Такой рост называют экспоненциальным, а эпидемию величают пандемией.

Естественно возникающие пандемии и заканчиваются естественным, но трагическим образом, выкашивая смертью слабых, и оставляя в живых более сильных. И когда переживших трагедию (и умерших) становится достаточно много, это влияет на характеристики распространения заразы, и она постепенно затухает. При этом экспоненциальный рост сменяется другими изученными закономерностями противоположного толка. Так происходило со средневековыми пандемиями опасных инфекций, вроде чумы.

В современном мире государства в состоянии влиять различными способами на распространение инфекций. Схематично, есть три способа такого влияния. Первый - медицинский (мы здесь не говорим о профилактике стратегического, постоянно действующего характера). И он, естественно, состоит в лечении заразившихся. Второй - административный. Это разного рода меры, связанные с резким сокращением интенсивности взаимодействия между людьми. Типичный пример - карантин. Третий способ - смешанный. В этом варианте административные меры могут соединяться с мерами сознательного самоограничения и самоконтроля людей. Они направлены на процедуры неизбежного взаимодействия между людьми и на соблюдение различных процедур личной гигиены. Такие меры снижают вероятность заражения при контактах.

В результате применения мер разного типа меняются характеристики экспоненциального роста пандемии. Мы умеем видеть, фиксировать и описывать эти изменения, оценивать их масштаб и, тем самым, оценивать результативность принимаемых мер. Мы начали свою исследовательскую программу изучением динамики распространения COVID-19 в некоторых странах. Мы не ограничиваемся сопоставлением России и США. Результаты других наших изысканий вы найдете на этой же странице нашего сайта.

Изначально мы взяли данные о числе официально зарегистрированных заражениях<sup>1</sup> в США и в России за март месяц. Если собранные данные и там, и там отражают реальные и естественные процессы, то кривые роста зараженных должны ложиться на экспоненту. В таких случаях для анализа динамики удобно использовать логарифмы числа заражений, которые при экспоненциальном росте должны представлять линейно возрастающую последовательность значений. Естественно, что в разные дни данные могут относиться к разным моментам времени, так что некоторые колебания точности заведомо существуют, даже если пренебречь тем, что меняется число тестов в течение дня и в какой-то мере методы диагностики. Вследствие этого реальные данные могут отклоняться от прямой, располагаясь вдоль неё с небольшими случайными отклонениями. Ниже приводится диаграмма с выбранными данными для России и для США. Как видим, логарифмы числа

---

<sup>1</sup> В данном случае имеется в виду статистика о **накопленном** числе заражений от первого заболевшего до той или иной конкретной даты. Эта характеристика (вместе с накопленным числом умерших) вполне адекватно отражает происходящее, пока эпидемия разрастается по всем показателям. Когда же она пойдет на спад, надо обязательно учитывать и число выздоровевших.

заразившихся прекрасно аппроксимируются прямыми с положительным углом наклона, причем, коэффициенты детерминации  $R^2$  столь близки к единице, что едва ли можно сомневаться в экспоненте.

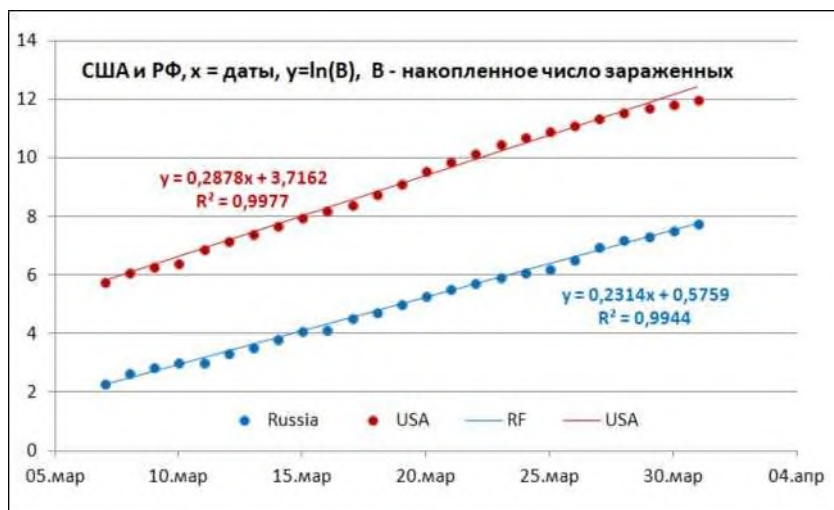


Рис.1. Это данные по динамике эпидемии за 7-31 марта в США (USA) и России (RF).

### И что происходит сейчас

Тогда же, в первых числа апреля мы заметили, что последние три-четыре дня в данных по США наблюдается малое отклонение от аппроксимирующей прямой: случайно или нет? Статистически - случайно, но можно было предположить, что это начало новой тенденции. Такая гипотеза была выдвинута, а спустя неделю она полностью подтвердилась и была выделена как тенденция USA-1. Теперь же можно говорить, что у США появилась новая тенденция, USA-2, в то время как Россия, к сожалению, поломала тенденцию экспоненциального роста всего один раз (рисунок 2).

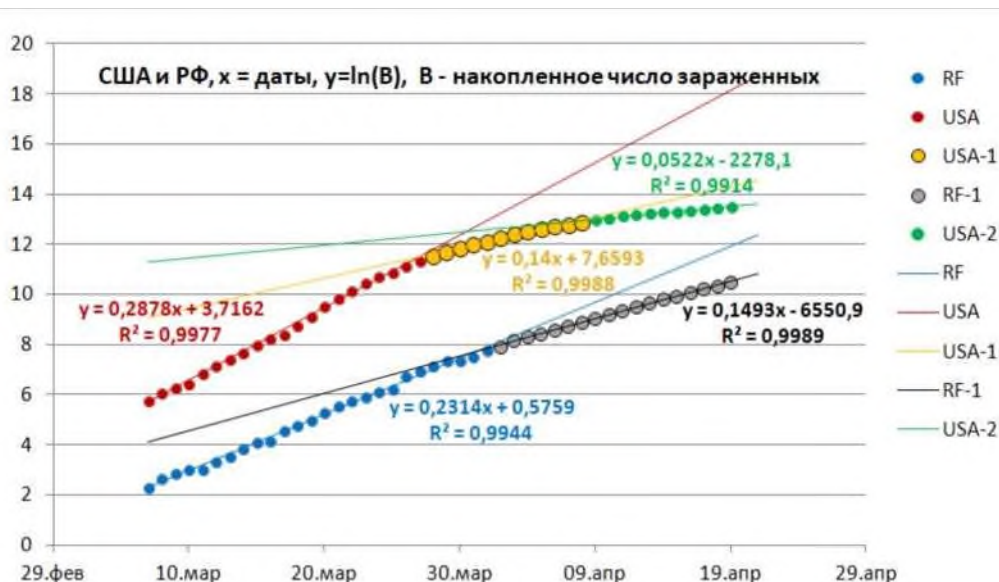


Рис.2. Данные за 07.03-19.04 с выделением новых тенденций: USA-1 - это данные за 28.03-08.04, USA-2 - за 09.04-19.04 для США, а RF-1 - за 2-19 апреля для России. Для того, чтобы читать то, что представлено на диаграмме достаточно понять (и принять) следующее: (1) Тонкие прямые линии того или иного цвета - это линии, характеризующие динамику развития эпидемии, её стремительность. Числовой характеристикой стремительности является угол наклона прямой  $l$ . Например, в США эпидемия сначала развивалась со стремительностью  $l = 0,2878$ , а в интервале 09.04-19.04 (USA-2) снизилась до  $l = 0,0522$ .

(2) Эпидемия пойдет на спад только тогда, когда график достигнет максимума и начнет снижаться, как брошенный вдаль камень. Но этого недостаточно: нужно ещё, чтобы число выздоравливающих (которые уже не являются носителями вируса), стало расти быстрее, чем число потенциально инфицированных.

(3) Уравнения для аппроксимирующих прямых даются рядом с самими прямыми тем же цветом. Рядом с уравнением ( $y=0,2314x+0,5759$  для России) дается значение коэффициента детерминации ( $R^2=0,9944$ ), который показывает качество аппроксимации (чем ближе к 1, тем лучше точки укладываются на прямую линию).

На диаграмме (Рис.2) мы видим, что стремительность заражений существенно снижалась и в США, и в России, но в России, снизившись в начале апреля, она упрямо держится около значения 0,15. И если эту тенденцию не переломить, то число зараженных в России к 26 апреля достигнет 90 тысяч. Это хуже, чем вывешенный 16 апреля на этой же веб-странице "Прогноз для России", в котором на это же число прогнозировалось 60 тысяч зараженных. Не очень точен и вывешенный в тот же день "Прогноз для США", поскольку после 17 апреля в США суточное число зараженных снова рвануло вверх. Это хорошо видно на рисунке 3.



Рис.3. Траектория числа зарегистрированных зараженных в США посуточно.

Падение числа зараженных 12-15 апреля вполне мог быть и чистой случайностью, а не результатом целенаправленной борьбы с вирусом. Но скорее всего здесь закономерное сплелось со случайным при некой средней тенденции к падению стремительности, что и отражается в резком уменьшении её значений (0,0522 для USA-2 вместо 0,14 для USA-1; это значит, что время удвоения числа зараженных увеличилось с 5 дней до 15).

Легко также проверить, что в обеих странах смена тенденций обусловлена принятием властями определенных административных мер по уменьшению интенсивности контактов между людьми. Как мы писали выше, это влияет на среду распространения инфекции. Среда стала менее благоприятной для вируса и нарастание логарифма числа зараженных стало не таким устрашающим. Кроме того, по тому, как изменились характеристики стремительности роста числа зараженных, можно видеть, что принятые меры в США подействовали против инфекции решительнее, чем в России. Это может быть и следствием качества принятых в США мер, и следствием ситуации с совершенно другой плотностью зараженных (число зараженных на 100 тысяч жителей).