

Россия: проблемы выхода из эпидемии COVID-19

Благовещенский Ю.Н.

Это исследование базируется на данных до 18 августа 2020 года включительно, которые ежедневно публикуются на сайте¹ <https://coronavirus-monitor.ru/>. Мы используем данные о числе инфицированных коронавирусом SARS-CoV-2 и данные о числе умерших от COVID-19. В формулах, определяющих расчетные показатели, мы будем использовать обозначение $n(t)$ для числа инфицированных за сутки, отнесенного к дате t , и через $d(t)$ – число умерших (за те же сутки).

Данные по России в целом кодируются индексом R , данные по Москве – M , а по России без Москвы (суммарно по всем остальным регионам) – индексом S , так что $d_S(t)$ – число умерших на дату t в субъектах РФ, не считая Москвы.

Для любого показателя $x(t)$ мы будем использовать обозначение $\bar{x}_K(t)$ для среднего значения K величин $x(t - K + 1), \dots, x(t - 1), x(t)$. Так, напр., $\bar{n}_{14}(t)$ – число инфицированных за одни сутки в среднем за последние две недели к моменту t , включая дату t . Это среднее мы используем для оценки смертности среди инфицированных в России на момент t , характеризуя её коэффициентом $\delta(t) = 100d(t)/\bar{n}_{14}(t)$. Смысл этого коэффициента понятен: если процесс заражения коронавирусом SARS-CoV-2 находится в зоне стационарности, т.е. нет хорошо выраженных тенденций роста или падения, то это статистическая оценка того, сколько смертей приходится на 100 заражений. Конечно, сами значения $\delta(t)$ могут сильно варьировать вместе с $d(t)$, так что их тоже следует усреднять с учетом очевидного сдвига во времени по отношению к дате заражения. Поэтому **среднюю смертность** на момент t мы характеризуем величиной

$$\bar{\delta}_7(t) = \frac{1}{7} \cdot (\delta(t - 6) + \dots + \delta(t - 1) + \delta(t)). \quad (1)$$

Для России, Москвы и РФ без Москвы рассчитывается дополнительно величина градиента $\nabla_X(t)$ кривой суточного числа инфицированных $n_X(t)$ с $X = R, M$ и S соответственно (рисунок 1). Значение градиента на момент t рассчитывается как наклон прямой, проведенной по методу наименьших квадратов через точки $Q_X(t) = (t - k; n_X(t - k))$, $0 \leq k \leq 9$. Выбор оценивания градиента именно по 10 точкам опирается только на наш опыт конкретной работы с данными (в отличие от усреднений для оценки средней смертности, где 14-21 день обусловлены сведениями от специалистов по коронавирусу SARS-CoV-2).



Рис.1. Динамика градиентов числа заражений в сутки для России, Москвы и РФ без Москвы.

На кривых рисунка 1 отчетливо прослеживаются следующие особенности динамики развития COVID-19 в России, в Москве и других её регионах:

¹ Роспотребнадзор дает чуть меньшие значения, различие составляет не более 3% для суточных данных и не более 0,5% для накопленного числа инфицированных.

1. Примерно до 1-2 июня характер кривой для России определялся по существу тем, что происходило в Москве;
2. Опять-таки примерно до 10 июня был период неопределенности, после которого характер кривой для России практически совпадает с тем, что происходит вне Москвы;
3. С 3-го по 18-е августа включительно Москва застряла на достоверно нулевом градиенте, а это означает, что суточное число инфицированных в Москве сейчас подчиняется какому-то детерминированному воздействию, что противоречит природе эпидемии.

Основная гипотеза, объясняющая пункт 3: фальсификация данных от московских властей. Можно, правда, выдвинуть и альтернативные гипотезы, но объяснить следующую табличку отклонений числа инфицированных от магической цифры 690 крайне трудно² (таблица 1).

Таблица 1. Дни августа и отклонения в данных о числе инфицированных за сутки от цифры 690

дни	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Δ	3	1	-3	-6	-4	1	-1	4	4	-1	2	-2	5	-2	0	3

В связи с пунктом 3 можно полагать, что будущее развитие эпидемии COVID-19 в России будет происходить в основном за счет регионов, а потому мы далее рассмотрим лишь РФ без Москвы и основываться будем на событиях, происходящих после 16 июня³, когда начали включаться реальные послабления в противостоянии с коронавирусом (рисунок 2).

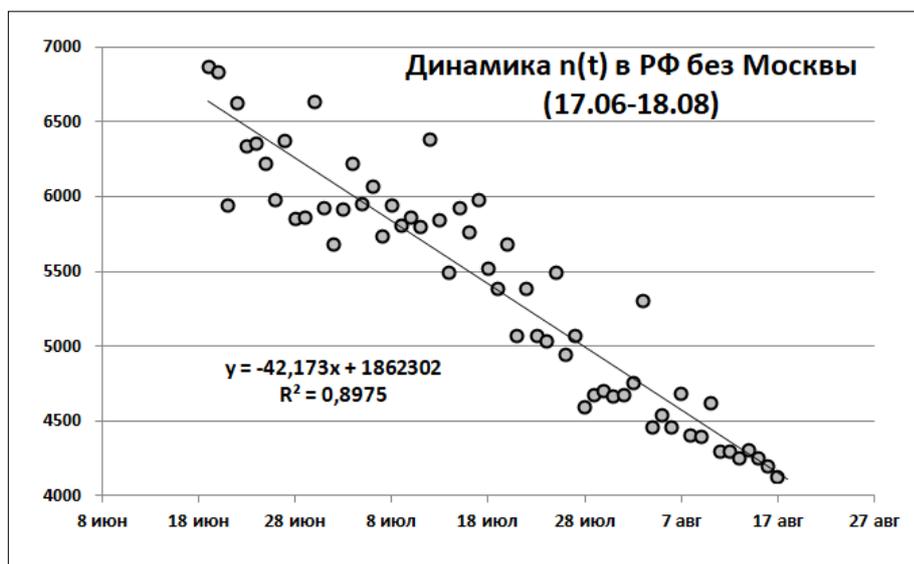


Рис.2. Наблюдаемые значения суточного числа инфицированных в субъектах РФ (без Москвы) после 16 июня и до 18 августа включительно.

Мы видим, что почти два месяца тенденция к снижению хорошо аппроксимируется прямой линией, уравнение которой можно записать следующей формулой:

$$n(t) = -4,173 \cdot number(t) + 1862302, \quad (2)$$

где $number(t)$ – числовой формат даты t (номер дня, отсчитывая от 1 января 1900 года). По этой формуле будущие значения линейного тренда вплоть до момента, когда он пересечет нулевую отметку, что означает окончание эпидемии, если полагать, что тенденция (2) сохранится вплоть до «победы» над COVID-19 на территории РФ без Москвы (результаты вычислений в таблице 2).

² Здесь уместно привести цитату из статьи А.Н. Колмогорова «Об одном новом подтверждении законов Менделя», ДАН СССР, том. XXVII, №1 (1940): "Если бы в какой-либо достаточно обширной серии семейств уклонения ... были бы систематически меньше, чем требует теория, то это в такой же мере опровергло бы применимость ... сформулированных выше допущений, как и систематическое превышение теоретически предсказываемых размеров этих уклонений", опубликованная в противовес выступлениям Т.Д. Лысенко.

³ В приложении приведены диаграммы со всеми тремя кривыми динамики $n(t)$ для России, Москвы и для России без Москвы (это рисунки 5, 6 и 7 соответственно).

Таблица 2. Прогнозные значения числа инфицированных в РФ (все субъекты, кроме Москвы), рассчитанные по формуле (2) до перехода в область отрицательных значений.

Дата	19 авг	20 авг	21 авг	-----	20 окт	21 окт	22 окт	-----	22 ноя	23 ноя	24 ноя
$n^*(t)$	4075	4033	3991	-----	1461	1418	1376	-----	69	27	-16

Мы хотим спрогнозировать, сколько смертей принесет эта вялотекущая динамика. Для этого мы могли бы воспользоваться сведениями, какой процент среди заразившихся COVID-19 окажется среди умерших. Именно это и оценивает введенный нами коэффициент средней смертности.

Надо отметить, что данные по смертности тоже не слишком надежны, например, в августе число смертей в Москве (см. рисунок 3) составляет в среднем 11-12 человек, то есть почти постоянную величину, а потому не вызывает доверия (см. сноску 2).

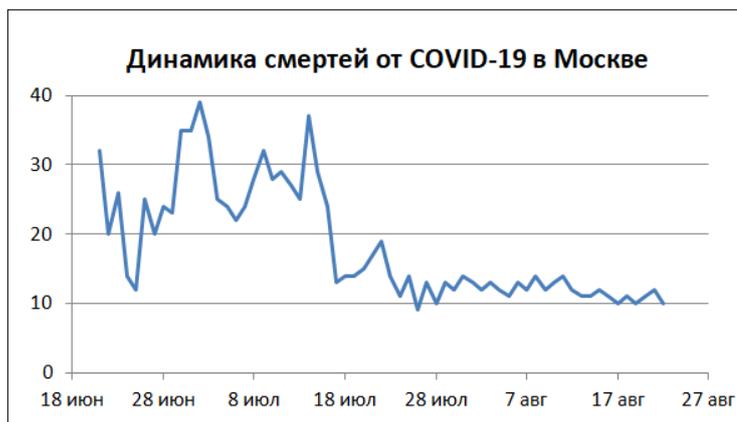


Рис.3. Динамика суточного числа смертей от COVID-19 в Москве за последние два месяца



Рис.4. Кривая коэффициента средней смертности в РФ без Москвы.

Давайте взглянем на диаграмму (рисунок 4), содержащую данные о коэффициенте средней смертности (смысл: число смертей в среднем на 100 заражаемых SARS-CoV-2). Легко видеть, что в августе средняя смертность вышла практически на плато. И действительно, 18 значений $\bar{\delta}_7(t)$ в августе "болтаются" около значения $a = 2\frac{1}{3}$ со среднеквадратичным отклонением $\sigma \cong 0,044$.

С другой стороны, число новых инфицированных в период с 19 августа по 23 ноября включительно составляет по прогнозу 198945 человек (сумма по нижней строке таблицы 2). Таким образом общее число умерших от COVID-19 к 24 ноября может, согласно прогнозу, составить $2\frac{1}{3} \cdot 198945/100 \cong 4642$ человека.

Итак, эта вялотекущая в настоящее время эпидемия может добавить к 4677 умершим в РФ без Москвы ещё почти столько же! И это при допущении, что никакой второй волны не будет!

**Диаграммы с динамикой суточного числа инфицированных
(с 11 марта по 18 августа 2020 года)**

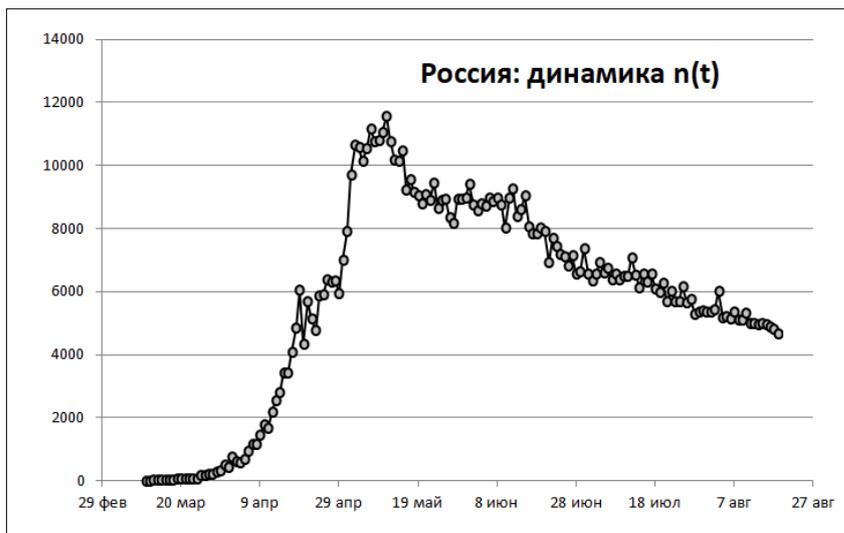


Рис.5. Диаграмма с динамикой суточного числа инфицированных для России в целом.

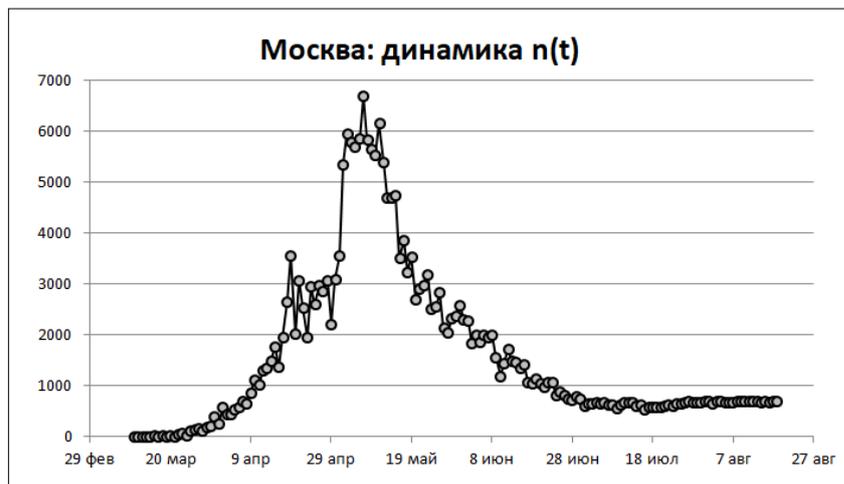


Рис.6. Диаграмма с динамикой суточного числа инфицированных для Москвы.

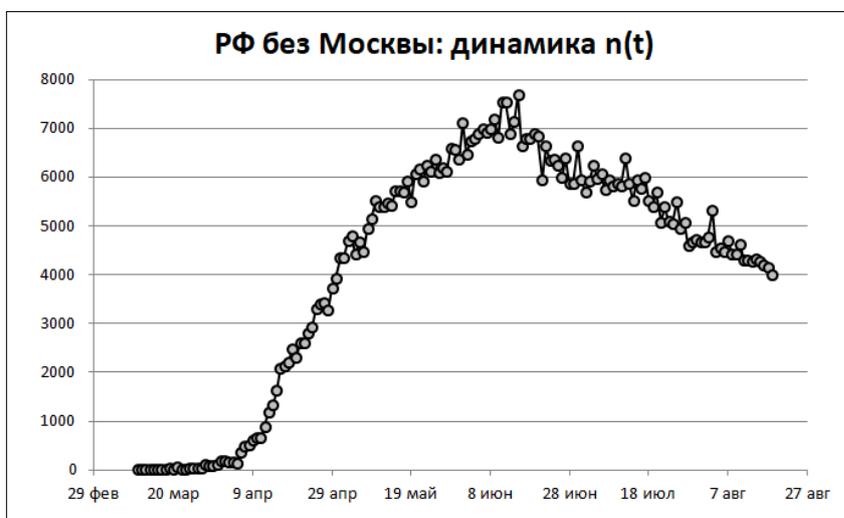


Рис.7. Диаграмма с динамикой суточного числа инфицированных для РФ без Москвы.

[Переход к COVID-19: АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ](#)