
РАЗВИТИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

УДК 330.3

DOI 10.46960/2713-2633_2021_4_4

С.Н. Митяков

ОБОСНОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА УРОВЕНЬ СМЕРТНОСТИ ОТ COVID-19

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия

Обоснована гипотеза об отрицательном влиянии уровня вакцинации населения на уровень смертности от COVID-19. Показано, что, помимо вакцинации, статистически значимым фактором, влияющим на уровень смертности, является уровень коррупции в стране. Построена модель множественной регрессии по ансамблю стран Европы, в которой в качестве выходного параметра выбрана доля умерших в числе заболевших COVID-19. Показано, что при хороших вероятностях достоверного определения коэффициентов регрессии наиболее адекватным является использование двух входных параметров (уровень вакцинации и уровень коррупции). При этом вариация выходного параметра на две трети связана с вариациями входных параметров. Остальная часть вариаций может объясняться индивидуальными особенностями стран. При этом статистически доказано, что из рассмотрения можно исключить такие факторы, как ВВП на душу населения, число тестов на одного человека, плотность населения, средний возраст, географическое положение, уровень религиозности, употребление алкоголя. Отрицательная зависимость уровня смертности от уровня вакцинации подтверждена динамическим анализом соответствующих параметров в странах Европы и в мире в целом. Показано, что низкий уровень вакцинации является основной причиной роста уровня смертности COVID-19 в России. Среди других причин отмечены изменчивость вируса и появление новых более агрессивных штаммов, а также изменение протоколов патологоанатомов. По мнению ряда исследователей, если в начале пандемии летальность учитывалась по основным заболеваниям, то в настоящее время – по наличию положительного теста либо антител. Представленные эмпирические исследования позволили достичь заявленной цели: опровержения утверждения профессора И. Гундарова, в соответствии с которым рост числа вакцинированных может приводить к росту уровня смертности. Это утверждение опровергнуто как с использованием аппарата корреляционно-регрессионного анализа, так и с помощью прямых динамических оценок соответствующих параметров в Европе и в мире в целом.

Ключевые слова: пандемия коронавируса, уровень смертности, вакцинация, коррупция, моделирование, коэффициенты множественной регрессии.

Введение

За последний год в научной литературе появилось значительное число публикаций по вопросам анализа и прогнозирования пандемии. Данные публикации можно условно разделить на три группы. Первая из них – работы математиков и инфекционистов, которые дают оценку распространению COVID-19, сравнивают его с другими известными пандемиями, а также делают краткосрочные прогнозы развития ситуации на основе различных моделей [1, 2]. Вторая группа исследователей, в основном – экономистов и политологов, изучают кризисные явления, возникающие в связи с пандемией, а также варианты ответов государств и их борьбы с ее негативными последствиями [3, 4]. Третья, менее многочисленная группа делала попытку количественного анализа взаимосвязи медицинских и экономических индикаторов, позволяющего собрать доказательную базу влияния последствий пандемии и проводимых антипандемических мер на экономическое развитие стран. К этой группе можно отнести работы автора данной статьи, опубликованные ранее в журнале «Развитие и безопасность» [5, 6].

Кроме научных работ, появилось множество публикаций в средствах массовой информации, научно-популярных изданиях, газетах, социальных сетях [7-9]. Авторы придерживались диаметрально противоположных взглядов на оценку пандемии и ее последствий для развития общества. Первые из них писали о том, что эта проблема является надуманной, что COVID-19 – это то же, что и обычный грипп, а определенные силы раздувают ее с целью получения экономических и политических выгод. Их противники утверждали, что масштабы пандемии ужасны, а ее последствия могут быть чуть ли не апокалиптическими. В связи с этим можно вспомнить одну из публикаций в интернете, автор которой утверждал, что характер экспоненциального роста заболеваемости COVID-19 будет проявляться до тех пор, пока все население не переболеет [10].

Постепенно математические статьи, посвященные прогнозу заболеваемости COVID-19, практически исчезли из-за того, что описать все возможные факторы влияния на заболеваемость и смертность крайне затруднительно. Статьи эпидемиологов и инфекционистов стали более конкретны, поскольку получили данные многочисленных экспериментов в области медицины. Появились публикации, связанные с качеством вакцин как в научных кругах, так и в многочисленных СМИ. Среди сторонников вакцинации появились работы, подтверждающие эффективность вакцин, а среди противников – прямо противоположные суждения. К последним можно отнести серию публикаций, связанных с исследованиями профессора И. Гундарова. В частности, он говорит о линейной зависимости уровня смертности от числа вакцинированных. При этом зависимость очень слабая – только 20 % смертности от коронавируса, по его мнению, может быть связана с уровнем вакцинации, а 80 % – с другими причинами [11]. В интернете тут

же появились оппоненты данного утверждения. Например, профессор Д. Еделев считает, что в приведенной модели не учитывается изменение штамма.

Отметим, что тема, связанная с вакцинацией, является весьма болезненной: в отличие от жестких мер, противостоящих распространению коронавирусной инфекции в 2020 г., государство переносит центр принятия решений в регионы. При этом практически везде провозглашается принцип добровольности вакцинации. Прививка от COVID-19 не включена в национальный календарь прививок, а сама вакцинация является добровольной. Исключения составляют некоторые профессии, которые больше других предполагают контакты с населением, прежде всего, врачи и учителя. В регионах для увеличения числа вакцинированных применяют «мягкую силу», сочетающую «кнут и пряник», начиная введением QR-кодов и заканчивая розыгрышем квартир и автомобилей. Несмотря на это, число людей, получивших обе дозы вакцины, в стране остается крайне низким. Мы отстаем не только от большинства стран Европы, но и от среднего значения (на 16 ноября 2021 г. в среднем по миру полностью привито 41,3 % населения, в России – только 35,6 %). Если в первой половине года можно было сделать скидку на дефицит вакцины, то теперь этого фактора уже нет.

На мой взгляд, в данном случае необходимы корректные публикации, содержащие по возможности наиболее полный набор информации, связанной с влиянием вакцинации на заболеваемость и смертность от COVID-19. Целью данной статьи является статистическая проверка гипотезы об отрицательном влиянии количества вакцинированных на уровень смертности, что позволит опровергнуть (или подтвердить) гипотезу профессора И. Гундарова.

Основные гипотезы

Для проведения корректного моделирования необходимо, прежде всего, определиться с допущениями и сформулировать основные гипотезы. В качестве основной переменной, составляющей суть нашей работы, был выбран уровень смертности от COVID-19. Он может быть найден двумя путями. Первый заключается в определении числа умерших на определенный период по отношению к 1 000 000 населения страны. Понятно, что он будет со временем расти. Другой метод определения уровня смертности состоит в вычислении отношения умерших за определенный период к числу заболевших COVID-19 в тот же период. В качестве периода можно выбрать неделю, поскольку в большинстве стран существует недельная сезонность при определении заболевших и умерших. Второй способ представляется нам более предпочтительным, поскольку позволяет отслеживать показа-

тель смертности в динамике. Для более корректного расчета можно учитывать незначительный временной лаг, поскольку пики заболеваемости и смертности обычно сдвинуты по времени на 1-2 недели.

В качестве *первой гипотезы* было сформулировано предположение о том, что смертность от COVID-19 снижается с ростом процента вакцинации населения страны. Аргументом в пользу этой гипотезы выступают многочисленные научные публикации, подтверждающие эффективность различных вакцин. Кроме того, по заявлениям медицинских работников различных стран, сегодняшняя волна роста заболеваемости COVID-19 связана с болезнями, главным образом, невакцинированных людей. Кроме того, по мнению практикующих врачей-инфекционистов, смертность от COVID-19 среди вакцинированных больных минимальна. С другой стороны, ряд авторов (включая профессора И. Гундарова) придерживается иной точки зрения, которая опровергает нашу гипотезу.

Вторая гипотеза предполагает положительную зависимость уровня смертности от уровня коррупции в стране. Международная организация Transparency International (ТИ) в течение ряда лет рассчитывает индекс восприятия коррупции (ИВК) среди 180 стран мира, основываясь на данных экспертных оценок и опросов предпринимателей. По ее мнению, COVID-19 создает новые коррупционные риски, при этом необходимо учитывать следующие факторы [12]:

- 1) разработка вакцины должна быть прозрачным процессом;
- 2) в лечении COVID-19 должна быть полная прозрачность исследований и жесткий анализ эффективности;
- 3) данные о жизненно важных лекарствах должны быть доступны публично;
- 4) создание открытого процесса поставок в системе здравоохранения ограничит проникновение коррупционных схем;
- 5) необходимо ограничивать намеренно создаваемый дефицит необходимых медицинских приборов и средств;
- 6) запрет давать комментарии СМИ о реальном положении дел с COVID-19 подрывает доверие к властям и подогревает доверие к фейковым новостям;
- 7) недостаток мест в больницах может привести к росту взяточничества, при этом люди, которым нужна помощь, оказываются внизу списка и умирают.

К этому следует добавить еще один факт. Распространение коррупционных схем по незаконной продаже COVID-сертификатов, как известно, приводит к дополнительным проблемам в медучреждениях и увеличивает уровень смертности. Представители ТИ также пишут о том, что страны с высоким уровнем коррупции имеют, как правило, более низкие отчисления на здравоохранение из бюджета.

Третья гипотеза включает утверждение, что более бедные страны имеют бóльшую смертность от COVID-19. Она основана на простом предположении о том, что развитые страны имеют значительно больше возможностей для разработки вакцин и лекарственных средств, а также средств диагностики. Кроме того, финансово обеспеченные люди могут позволить себе использовать услуги частной медицины. Здоровый образ жизни, который распространен в развитых странах, способствует выработке более стойкого иммунитета к инфекции.

Четвертая гипотеза основана на предположении об отрицательной зависимости уровня смертности от уровня ПЦР-тестирования населения. Она подкрепляется тем, что чем больше интенсивность тестирования, тем на более ранней стадии обнаруживается COVID-19. Таким образом, при интенсивном тестировании существенно меньше не выявленных или не своевременно выявленных случаев COVID-19, что должно способствовать в целом меньшему уровню смертности по сравнению со странами, где тестирование проводится недостаточно эффективно.

Проверка гипотез

Гипотеза принималась в том случае, если модуль коэффициента корреляции Пирсона R между соответствующим параметром, составляющим ее суть, и уровнем смертности был не меньше 0,7, а коэффициент детерминации – не меньше 0,5.

Для корреляционного анализа использовались данные по 39 странам Европы (табл. 1). Уровень смертности вычислялся как процент умерших от числа заболевших за первую неделю ноября 2021 г., уровень вакцинации – как процент людей, получивших две дозы вакцины на 10 ноября 2021 г. Два этих индикаторов вычислялись автором по данным Университет Хопкинса [13]. Позиция страны по уровню коррупции была взята из отчета ТИ за 2020 год [14], а ВВП на душу населения и число ПЦР-тестов на 1 человека – из источников [15] и [16] соответственно.

Рисунок демонстрирует наличие достаточно высокой линейной зависимости уровня смертности от первых двух параметров. Менее очевидной является линейная зависимость уровня смертности от третьего параметра, еще менее очевидной – от четвертого. Таким образом можно сделать вывод о том, что гипотезы 1 и 2 подтвердились, гипотеза 3 подтвердилась условно, гипотеза 4 – практически не подтвердилась.

Кроме основных четырех гипотез, была осуществлена проверка влияния следующих факторов на уровень смертности от COVID-19.

1. Уровень религиозности общества. Известно, что ряд религиозных конфессий запрещает вакцинирование и приветствует использование народных средств для лечения.

Таблица 1.

Данные для корреляционного анализа

№	Страна	Уровень смертности от ковида, %	Уровень вакцинации, %	Уровень коррупции, позиция	ВВП на душу населения, тыс. долл.	Число ПЦР-тестов на 1 чел.
1	Австрия	0,27	64	15	55,2	11,1
2	Албания	1,30	32,2	104	14,2	0,46
3	Беларусь	0,82	24,4	63	20,2	1,04
4	Бельгия	0,29	74,5	15	51,1	1,93
5	Болгария	4,58	23,1	69	23,8	0,86
6	Босния и Герцеговина	3,69	21	111	15	0,4
7	Великобритания	0,49	68,3	11	44,1	5
8	Венгрия	1,41	59,2	69	33	0,79
9	Германия	0,44	67,4	9	54,1	0,92
10	Греция	0,85	60,2	59	28,7	2,75
11	Дания	0,17	75,8	1	58,9	15
12	Ирландия	0,29	75,3	20	94,3	1,6
13	Исландия	0,00	76,3	17	56	3,41
14	Испания	0,76	79	32	38,4	1,42
15	Италия	0,70	73,3	52	40,9	1,79
16	Кипр	0,43	47,5	42	40,1	7,77
17	Латвия	1,44	57,2	42	31,5	2,75
18	Литва	1,32	62,4	35	38,8	2,15
19	Люксембург	0,51	66,2	9	118	1,65
20	Мальта	0,00	81,9	52	42,9	2,73
21	Молдавия	3,30	34,2	115	12,8	0,52
22	Нидерланды	0,19	72,1	8	57,5	1,1
23	Норвегия	0,25	70	7	65,8	1,5
24	Польша	1,10	53	45	34,1	0,6
25	Португалия	0,58	86,4	33	34	1,98
26	Россия	2,98	35	129	27,9	1,49
27	Румыния	3,03	30,5	69	30,5	0,8
28	Сербия	1,31	43,9	94	19,1	0,75
29	Словакия	0,64	42,5	60	32,7	0,75
30	Словения	0,41	53,7	35	38,8	0,86
31	Украина	3,06	19,1	117	13,1	0,34
32	Финляндия	0,52	71,3	3	49,9	1,37
33	Франция	0,34	68,7	23	46,1	2,3
34	Хорватия	0,92	45,4	63	27,7	0,79
35	Черногория	1,53	39,8	67	19,2	1,36
36	Чехия	0,65	57,6	49	40,6	3,85
37	Швейцария	0,17	64,8	3	72,8	1,35
38	Швеция	0,66	67,2	3	54,1	1,32
39	Эстония	0,61	58	17	37,7	1,66

На рис. 1 приведены диаграммы рассеяния для проверки гипотез.

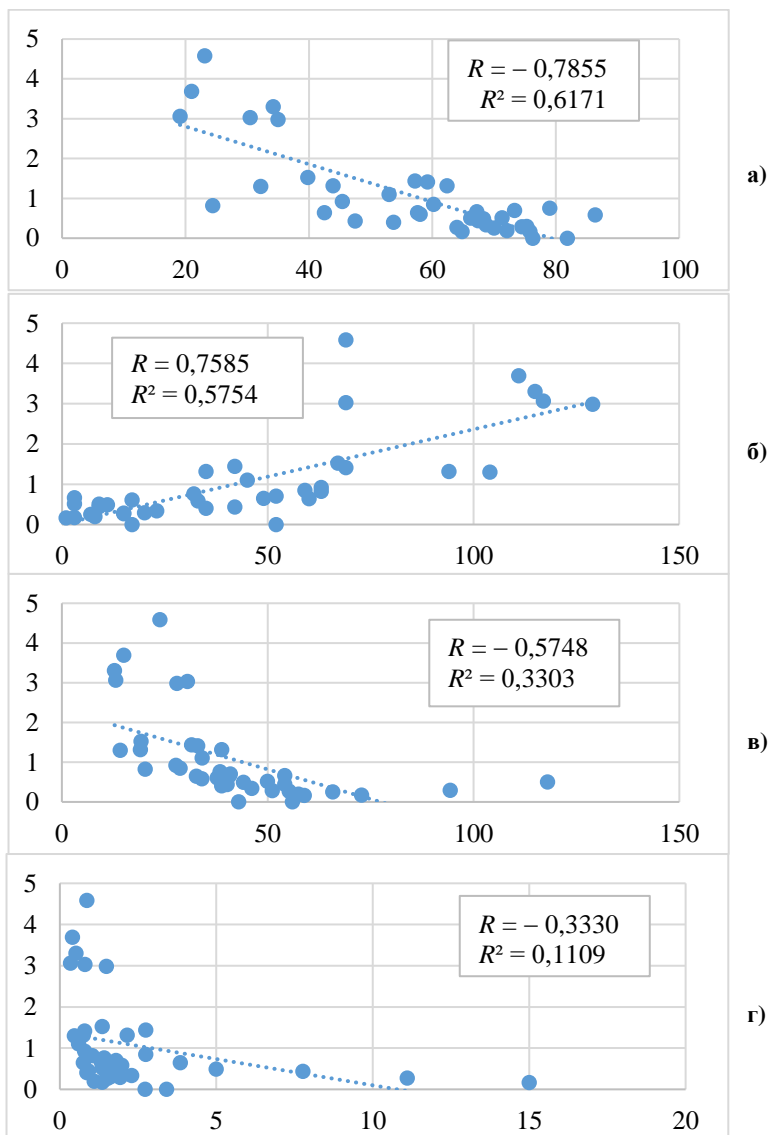


Рис. 1. Зависимости уровня смертности от COVID-19 от уровня вакцинации населения (а), уровня коррупции в стране (б), ВВП на душу населения (в) и числа ПЦР-тестов на человека (г)

2. Плотность населения. Чем выше плотность населения, тем более вероятными являются контакты между людьми, что может увеличить заболеваемость и смертность.
3. Средний возраст населения. Существует мнение, что низкие показатели смертности в странах Африки обусловлены тем, что люди просто не доживают до возраста 60+, где вероятность летальных исходов от COVID-19 более высокая.
4. Прочие факторы (географическое положение, средний уровень употребления алкоголя в стране и т.д.).

Проведенный анализ показал, что влияние перечисленных выше прочих факторов на уровень смертности практически отсутствует.

Множественная регрессия

Модели множественной регрессии используются в том случае, когда требуется проанализировать связь между некоторой переменной y и несколькими независимыми переменными x_i . Эту связь можно оценить с помощью линейного уравнения

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m$$

где a_i – коэффициенты линейной регрессии, m – число независимых параметров.

Множественный коэффициент детерминации показывает, какая часть вариаций зависимой переменной y объясняется уравнением регрессии. Оценить достоверность модели можно с помощью F-распределения, которое определяет вероятность того, что зависимость y от x отсутствует. Обычно считается достаточной пятипроцентная вероятность отсутствия зависимости. Кроме того, необходимо оценить достоверность определения коэффициентов регрессии a_i , которая оценивается вероятностью распределения Стьюдента. Для реализации модели был использован инструмент «регрессия» пакета анализа программы EXCEL. Результаты моделирования в пакете EXCEL представлены на рис. 2. В данном случае в качестве независимых переменных были выбраны уровень вакцинации и уровень коррупции.

Результирующая формула для регрессионного анализа имеет вид:

$$y = 2,246 - 0,02985 x_1 + 0,01141 x_2,$$

при этом вероятность недостоверного определения коэффициентов регрессии составит 0,36 %, 0,3 % и 2,36 % соответственно, а коэффициент детерминации равен 0,668. Это означает, что более 2/3 вариаций зависимой переменной можно объяснить изменением совокупности представленных факторов. Остальную часть вариации уровня смертности можно объяснить другими факторами, внешними по отношению к модели. К таким факторам можно, на наш взгляд, отнести нерегулярное и искажённое представление информации, различие в используемых вакцинах, мутацию вируса, индивидуальные особенности стран и иные различия. Присоединение к модели

других независимых переменных только ухудшает результаты моделирования.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ВЫВОД ИТОГОВ						
2							
3	<i>Регрессионная статистика</i>						
4	Множественный R	0,817639					
5	R-квадрат	0,668534					
6	Норм. R-квадрат	0,650119					
7	Стандартная ошибка	0,661769					
8	Наблюдения	39					
9							
10	<i>Дисперсионный анализ</i>						
11		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>	
12	Регрессия	2	31,79797	15,89898	36,3041	2,33299E-09	
13	Остаток	36	15,76579	0,437939			
14	Итого	38	47,56376				
15							
16		<i>Коэффи</i>	<i>Станда</i>	<i>t-</i>	<i>P-</i>		
		<i>циенты</i>	<i>ртная</i>	<i>статис</i>	<i>Значен</i>		
		<i>ошибки</i>	<i>ошибка</i>	<i>тика</i>	<i>ие</i>		
17	Y-пересечение	2,246604	0,722872	3,107886	0,00367	Уровень смертности, %	
18	Переменная X 1	-0,02985	0,009386	-3,1801	0,00302	Уровень вакцинации, %	
19	Переменная X 2	0,011409	0,004826	2,364139	0,02359	Уровень коррупции	
20							

Рис. 2. Результаты моделирования

Исследование динамики смертности от COVID-19

В данном разделе исследуется вопрос, как изменяется уровень смертности от COVID-19 во времени. Под уровнем смертности мы по-прежнему будем понимать отношение числа умерших к числу заболевших в среднем за период, измеряемое в процентах или в промилле. Динамический аспект исследования является крайне важным, поскольку он позволяет проанализировать тенденции и спрогнозировать дальнейший ход событий, а также принять упреждающие управленческие решения.

На рис. 3 представлены уровни смертности от COVID-19 для двух моментов времени (конец 2020 г. и конец 2021 г.) для 39 стран Европы, анализируемых нами в предыдущем разделе. Кроме того, приведено распределение уровней вакцинации в этих странах на дату 11 ноября 2021 г.

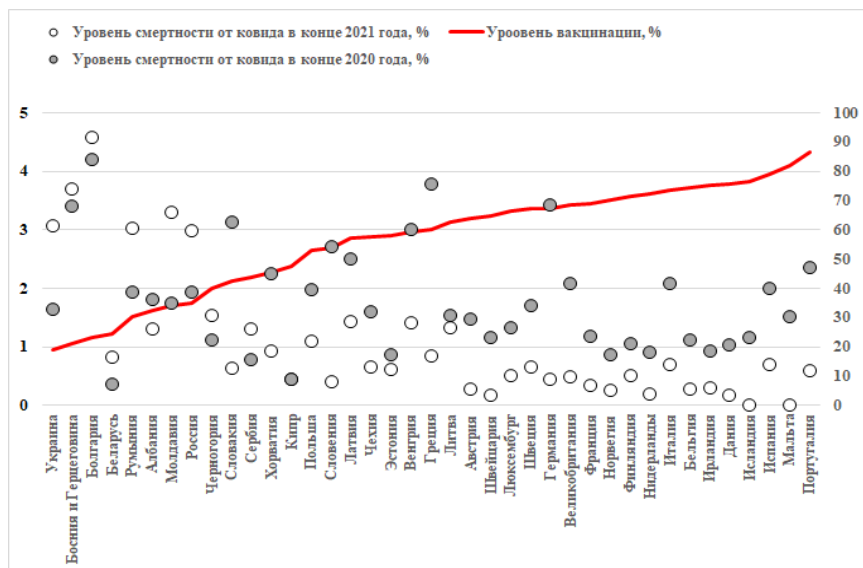


Рис. 3. Сравнение уровней смертности от COVID-19 в странах Европы в конце 2020 г. и в конце 2021 г. (ось слева) и уровень вакцинации на 11 ноября 2021 г. в этих странах (ось справа)

Источник: составлено автором по данным [13]

Из рисунка видно, что в 2020 г. в отсутствие вакцин распределение уровня смертности в странах Европы было сравнительно равномерным с большим уровнем дисперсии. В конце 2021 г. наблюдается значительное снижение смертности в странах, имеющих уровень вакцинации населения более 65 %. Напротив, в странах, демонстрирующих низкий уровень вакцинации, смертность от COVID-19 не только не сократилась, но и в ряде случаев существенно возросла (например, в России – с 2 % до 3 %).

На рис. 4 представлена мировая динамика уровня смертности от COVID-19 и мировая динамика уровня вакцинации. Измерения сделаны в моменты времени пиков заболеваемости COVID-19 в мире, и в соответствующие им моменты локальных максимумов смертности.

Анализ позволяет предположить, что с начала пандемии до начала 2021 г. уровень смертности в среднем в мире уменьшался благодаря введению эффективных антиковидных ограничений, накоплению опыта и созданию протоколов по лечению заболевания. В 2021 г. появился еще один фактор, отрицательно влияющий на уровень смертности – вакцинация населения. Он позволил в течение 2021 г. сократить средний уровень смертности с 2 % до 1 %. Дальнейшая положительная динамика вакцинации, доведение

ее до уровня коллективного иммунитета в мире (80 %) позволит значительно сократить как уровень заболеваемости, так и уровень смертности от COVID-19.



Рис. 4. Мировая динамика уровня смертности от COVID-19 (ось слева) и мировая динамика уровня вакцинации (ось справа)

Источник: составлено автором по данным [17]

Заключение

Решена задача множественной регрессии, в которой доказано наличие линейной отрицательной связи между уровнем смертности от COVID-19 и уровнем вакцинации населения, а также линейной положительной связи между уровнем смертности от COVID-19 и уровнем коррупции в стране. Под ковид-коррупцией мы понимаем совокупность возможных механизмов, препятствующих эффективному управлению эпидемиологической ситуацией. Среди них – низкая прозрачность государственных мер, махинации с лекарствами и медицинской техникой, подделка свидетельств о вакцинации. При этом надо понимать, что, в отличие от эмпирических данных о вакцинации, данные о коррупции составляются на основе экспертной оценки и могут содержать субъективную составляющую. Не исключено, что данные по коррупции в России могут быть искусственно завышены из-за нарастания русофобских настроений в мире.

В ведущих Европейских странах рост уровня вакцинации уже привел к снижению смертности от COVID-19. В России уровень вакцинации на 11 ноября 2021 г. составляет 35 %, что меньше, чем в среднем по миру (40 %).

Это привело к росту уровня смертности из-за изменчивости вируса и появления новых более агрессивных штаммов. Еще одной причиной такого роста может выступать изменение протоколов патологоанатомов. Как следует из публикации [18], в начале пандемии летальность учитывалась по основным заболеваниям, а коронавирусная инфекция признавалась как сопутствующее заболевание. В настоящее время при наличии положительного теста либо антител человеку, умершему от основного заболевания, ставится диагноз ковида.

В работе приведены результаты моделирования с использованием инструментария множественной регрессии. Выявлен высокий уровень линейной зависимости уровня смертности от уровней вакцинации и коррупции, которые объясняют две трети вариаций зависимой переменной. Доказана высокая достоверность определения коэффициентов линейной регрессии. Представленные в статье эмпирические исследования позволили достичь заявленной цели: опровержения утверждения профессора И. Гундарова, в соответствии с которым рост числа вакцинированных может приводить к росту уровня смертности. Это утверждение опровергнуто как с использованием аппарата корреляционно-регрессионного анализа, так и с помощью прямых динамических оценок соответствующих параметров в Европе и в мире в целом.

© Митяков С.Н., 2021

Библиографический список

- [1] Куркин, А.А. Логистические модели распространения эпидемий / А.А. Куркин, О.Е. Куркина, Е.Н. Пелиновский // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. №2 (129). С. 9-18.
- [2] Митяков, Е.С. Математическое моделирование распространения коронавируса в России / Е.С. Митяков, С.И. Глазов // Развитие и безопасность. 2020. № 2. С. 77-85.
- [3] Городецкий, А.Е. Развитие и безопасность в условиях кризиса, пандемии и в постпандемическом мире // Развитие и безопасность. 2020. № 2. С. 18-37.
- [4] Казанцев, С.В. Уроки новой пандемии // Развитие и безопасность. 2020. № 2. С. 38-49.
- [5] Митяков, С.Н. COVID-19: моделирование распространения и экономические последствия // Развитие и безопасность. 2020. № 2. С. 4-17.
- [6] Митяков С.Н. Влияние коронакризиса на экономическую безопасность России // Развитие и безопасность. 2020. № 4. С. 4-16.
- [7] Если эпидемия затянется, мир ждет новая Великая депрессия. [Электронный ресурс]. – URL: <https://meduza.io/feature/2020/02/01/ne-zatyagivat-esli-epidemiya-zatyanetsya-mir-zhdet-novaya-velikaya-depressiya-no-dazhe-esli-vse-budet-ne-tak-ploho-koronavirus-vse-ravno-povliyaet-na-mirovuyu-ekonomiku>

- [8] Вирус рецессии: чем обернется эпидемия 2019-nCoV для мировой экономики [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/10/02/2020/5e3d21239a79472f16abff05>
- [9] Экономический кризис из-за коронавируса все более вероятен [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dw.com/ru/экономический-кризис-из-за-коронавируса-все-более-вероятен/a-52577653>
- [10] Математическая модель распространения коронавируса [Электронный ресурс] – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c98f854e37d0600b354a18d/matematicheskaja-model-rasprostraneniia-koronavirusa-5e7c6c466ea28b34aa504b57>
- [11] «Полный хаос»: Гундаров проанализировал данные вакцинации от ковида в 150 странах мира [Электронный ресурс]. –URL: https://tsargrad.tv/news/polnyj-haos-gundarov-proanaliziroval-dannye-vakcinacii-ot-kovida-v-150-stranah-mira_441812
- [12] Коррупция во время чумы: маски и аппараты ИВЛ по завышенной цене [Электронный ресурс]. – URL: <https://polit.ru/article/2020/05/01/corrcovid/>
- [13] Статистика коронавируса Хопкинса [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.google.ru/search?q=статистика+коронавируса+хопкинса>
- [14] Индекс восприятия коррупции 2020 [Электронный ресурс]. – URL: [https://transparency.org.ru/research/CPI2020_Report_RU%20\[WEB\].pdf](https://transparency.org.ru/research/CPI2020_Report_RU%20[WEB].pdf)
- [15] ВВП на душу населения по странам мира [2021] [Электронный ресурс]. – URL: <https://investor.of.by/post/vvp-na-dushu-naseleniya-po-stranam-mira-2021-61052f9f46aa762fd1face2a>
- [16] Зарегистрированные случаи заболевания и смерти в разбивке по странам или территориям [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
- [17] Карта COVID-19 – ресурсный центр по коронавирусу Джона Хопкинса [Электронный ресурс]. – URL: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [18] Диагноз ставит патологоанатом? Почему в России взрывной рост ковидной смертности [Электронный ресурс]. –URL: https://nn.tsargrad.tv/articles/diagnozstavit-patologoanatom-pochemu-v-rossii-vzryvnoj-rost-kovidnoj-smernosti_407811

S.N. Mityakov

JUSTIFICATION OF FACTORS INFLUENCING AT THE LEVEL OF MORTALITY FROM COVID-19

Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev
Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The hypothesis has been substantiated about the negative impact of the level of vaccination of the population on the mortality rate from COVID-19. It is shown that, in addition to the factor of vaccination, the statistically significant factor affecting the mortality rate is the level of corruption in the country. The multiple regression model has been built for the ensemble of European countries, in which the proportion of deaths in

the number of COVID-19 cases is selected as an output parameter. It is shown that with good probabilities of reliable determination of the regression coefficients, the most adequate is the use of two input parameters (vaccination level and corruption level). In this case, variations in the output parameter by two-thirds are associated with variations in the input parameters. The rest of the variation can be attributed to the individual characteristics of the countries. At the same time, it has been statistically proven that factors such as GDP per capita, the number of tests per person, population density, average age, geographic location, level of religiosity, and alcohol consumption can be excluded from consideration. The negative dependence of the mortality rate on the level of vaccination is confirmed by a dynamic analysis of the corresponding parameters in European countries and in the world as a whole. It has been shown that the low level of vaccination is the main reason for the increase in the death rate of COVID-19 in Russia. Among other reasons, the variability of the virus and the emergence of new more aggressive strains, as well as changes in the protocols of pathologists, were noted. In the opinion of a number of researchers, if at the beginning of the pandemic, mortality was taken into account for the main diseases, now it is based on the presence of a positive test or antibodies. The empirical studies presented in the article made it possible to achieve the stated goal: refutation of the statement of Professor I. Gudarov, in accordance with which the increase in the number of vaccinated people can lead to the increase in the mortality rate. This statement was refuted both with the use of the apparatus of correlation-regression analysis and with the help of direct dynamic estimates of the corresponding parameters in Europe and in the world as a whole.

Key words: coronavirus pandemic, mortality rate, vaccination, corruption, modeling, multiple regression coefficients.

References

- [1] Kurkin, A.A. (2020). [Logistic models of the spread of epidemics]. *Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva* [Proceedings of NNSTU n.a. R.E. Alekseev]. N. Novgorod. No. 2 (129). pp. 9-18. (In Russ).
- [2] Mityakov, E.S. (2020). [Mathematical modeling of the spread of coronavirus in Russia]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and Safety]. No. 2. pp. 77-85. (In Russ).
- [3] Gorodetsky, A.E. (2020). [Development and security in a crisis, pandemic and post-pandemic world]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and Safety]. No. 2. pp. 18-37. (In Russ).
- [4] Kazantsev, S.V. (2020). [Lessons of the new pandemic]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and Safety]. No. 2. pp. 38-49. (In Russ).
- [5] Mityakov, S.N. (2020). [COVID-19: Modeling Propagation and Economic Impact]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and Safety]. No. 2. pp. 4-17. (In Russ).
- [6] Mityakov, S.N. (2020). [The influence of the coronavirus crisis on the economic security of Russia]. *Razvitie i bezopasnost'* [Development and Safety]. No. 4. pp. 4-16. (In Russ).
- [7] If the epidemic drags on, the world will face a new Great Depression. [Electronic resource]. Available at: <https://meduza.io/feature/2020/02/01/ne-zatyagivat-esli-epidemiya-zatyanyetsya-mir-zhdet-novaya-velikaya-depressiya-no-dazhe-esli-vse-budet-ne-tak-ploho-koronavirus-vse-ravno-povliyaet-na-mirovuyu-ekonomiku>

- [8] The recession virus: how the 2019-nCoV epidemic will turn out for the world economy. [Electronic resource]. Available at: <https://www.rbc.ru/opinions/economics/10/02/2020/5e3d21239a79472f16abff05>
- [9] The economic crisis due to the coronavirus is more and more likely. [Electronic resource]. Available at: <https://www.dw.com/ru/the-economic-crisis-due-to-coronavirus-more-more-likely/a-52577653>
- [10] Mathematical model of the spread of coronavirus. [Electronic resource]. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c98f854e37d0600b354a18d/matematicheskaia-model-rasprostraneniia-koronavirusa-5e7c6c466ea28b34aa504b57>
- [11] "Complete chaos": Gundarov analyzed data on vaccination against covid in 150 countries of the world. [Electronic resource]. Available at: tsargrad.tv/news/polnyj-haos-gundarov-proanaliziroval-dannye-vakcinacii-ot-kovida-v-150-stranah-mira_441812
- [12] Corruption during the plague: masks and ventilators at an inflated price. [Electronic resource]. Available at: <https://polit.ru/article/2020/05/01/corrcovid/>
- [13] Hopkins coronavirus statistics. [Electronic resource]. Available at: <https://www.google.ru/search?q=coronavirus+hopkins+statistics>
- [14] Corruption Perception Index 2020. [Electronic resource]. Available at: [https://transparency.org.ru/research/CPI2020_Report_RU%20\[WEB\].pdf](https://transparency.org.ru/research/CPI2020_Report_RU%20[WEB].pdf)
- [15] GDP per capita by countries of the world. [Electronic resource]. Available at: <https://investor.of.by/post/vvp-na-dushu-naseleniya-po-stranam-mira-2021-61052f9f46aa762fd1facc2a>
- [16] Registered cases of illness and death by country or territory. [Electronic resource]. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus>
- [17] COVID-19 Map - Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. [Electronic resource]. Available at: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [18] Is the diagnosis made by a pathologist? Why in Russia the explosive growth of covid mortality. [Electronic resource]. Available at: nn.tsargrad.tv/articles/diagnostavit-patologoanatom-pochemu-v-rossii-vzryvnoj-rost-kovidnoj-smertnosti_407811