

# Оценка эффективности вакцинации от SARS-COV-2 на основании анализа данных по заболеваемости и смертности в 44 странах.

## Введение

В последние месяцы по всему миру проводится кампания массовой вакцинации от коронавируса. Первоначально разработчики препаратов обещали 90-95% защиту от инфицирования и формирование „коллективного” иммунитета. Затем пошли разговоры о том, что вакцины и не должны защищать от инфицирования, но они точно защитят от тяжелой формы заболевания и смерти. Короче говоря, все вакцины эффективны, безопасны и служат общественному благу. Звучат и прямо противоположные суждения. Обеим сторонам недостает содержательной медицинской аргументации. Известные автору работы рассматривают ситуации в отдельных странах. Получается так, что вакцинация имеет глобальный характер, а оценка ее эффективности, в лучшем случае, локальная. Начать восполнение данного пробела и призвана настоящая работа.

## Материалы и методы

Вакцинирован, - не значит – защищен. По результатам вакцинации нам нужно получить ответы на два вопроса:

1. Мы перестали заражаться данной инфекцией?
2. Мы перестали умирать от данного заболевания?

Это делается на основании сравнения эпидемиологических данных до и после вакцинации. SARS-COV-2 (коронавирус) – респираторная инфекция. Такие инфекции имеют, как правило, ярко выраженный сезонный характер. Значит, некорректно сравнивать данные, скажем, конца лета и середины зимы. Сопоставления необходимо проводить между соответствующими сезонами, а, лучше, месяцами.

В работе использована общедоступная информация с ресурса [Our World in Data](https://ourworldindata.org/) для стран Европы, Северной Америки и Израиля. Для каждой страны брались средние за 7 дней числа новоинфицированных и умерших от COVID-19 в пересчете на миллион населения, а, также, процент полностью вакцинированных. Для сравнения были выбраны начало сентября 2020 года и 2021 годов (9 сентября).

Выбор периодов сравнения и стран обусловлен следующими соображениями:

1. В 2020 году вакцинированных не было, а к сентябрю 2021 года все избранные страны имеют тот или иной процент вакцинированных граждан.
2. К началу осени 2020 года в избранных странах, под контролем ВОЗ, сложилась система выявления лиц инфицированных коронавирусом и учета смертности.

Для каждой страны рассчитывалось относительное изменение (в процентах) за год числа инфицированных и умерших по следующей формуле:

$$y(\%) = \frac{x(2021) - x(2020)}{\left(\frac{x(2021) + x(2020)}{2}\right)} \times 100\% ,$$

где  $x$  – среднее за 7 дней число инфицированных или умерших на 9 сентября соответствующего года,  $y$  – относительное изменение показателя в %.

Данные представлены в **таблице 1** и на **рисунках 1 и 2**. Страны ранжированы в порядке возрастания доли полностью вакцинированных граждан. Это позволяет оценить влияние вакцинации в каждой отдельной стране на инфицирование и смертность от COVID-19 в сопоставимых сезонах.

Оценивалась также корреляция между уровнем вакцинации в разных странах и изменением инфицирования и смертности от COVID-19. Результаты представлены на **рисунках 3 и 4**. И, наконец, страны были разбиты на 3 группы по степени охвата вакцинацией: низкий (до 40%), средний (от 40 до 60%) и высокий (выше 60%). Уровень 60% полностью вакцинированных жителей долгое время рассматривался как достаточный для формирования коллективного иммунитета.

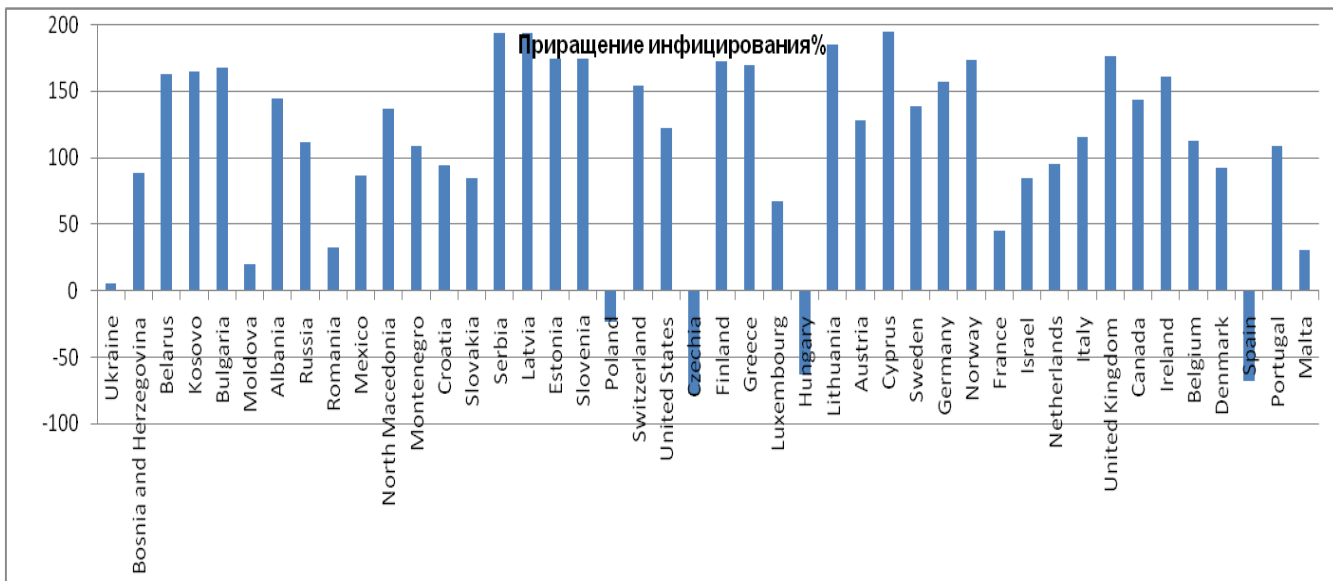
В каждой группе рассчитывались средние значения приращений инфицирования и смертности. Оценивалась достоверность различий по этим показателям между крайними группами стран: с низким и высоким охватом. Результаты представлены в **таблице 2** и на **рисунке 5**.

## Результаты и обсуждение

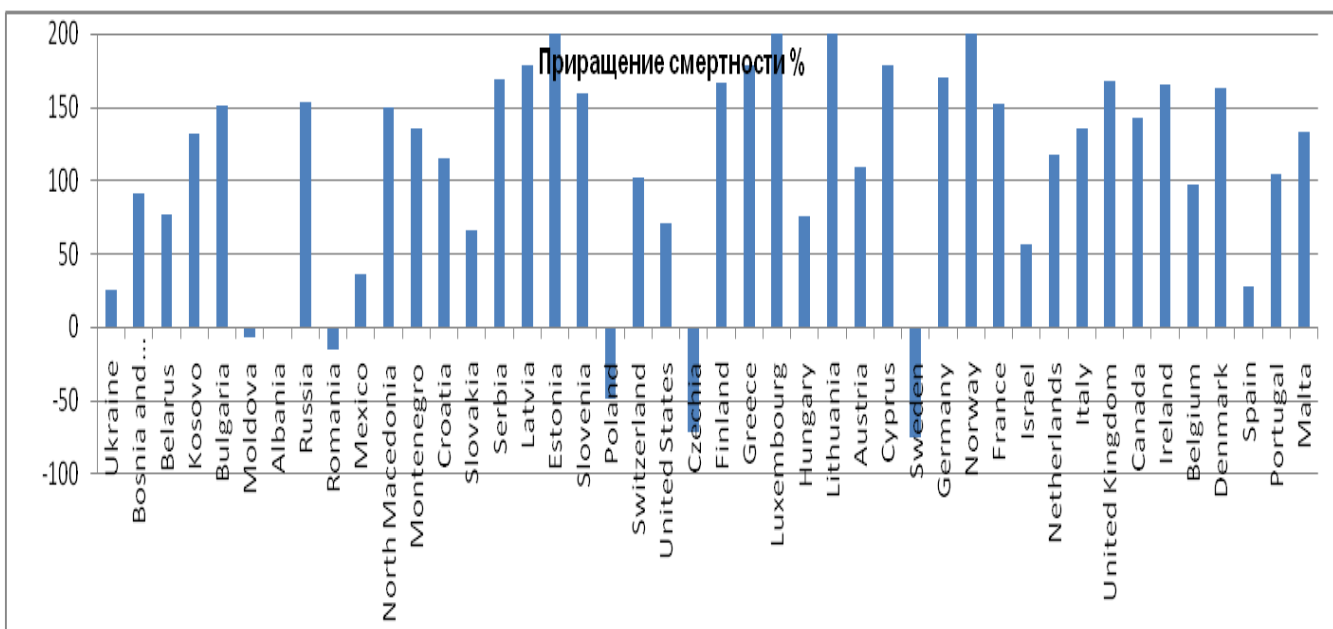
Подтверждением успешной вакцинации населения должно было бы стать снижение инфицирования и (или) смертности от COVID-19 в соответствующем сезоне в соответствующей стране. К сожалению, из **таблицы 1** и **рисунков 1** и **2** видно, что это не так. В подавляющем большинстве стран наблюдался прирост инфицирования и смертности от COVID-19.

**Таблица 1. Уровень вакцинации, изменения инфицирования и смертности**

N	Страна	% полностью вакцинированных	Приращение инфицирования %	Приращение смертности %
1	Ukraine	10,6	5,5	25,0
2	Bosnia and Herzegovina	13,1	88,3	91,5
3	Belarus	14,8	163,0	77,1
4	Kosovo	17,5	164,5	132,0
5	Bulgaria	17,8	167,5	150,9
6	Moldova	18,0	20,1	-7,2
7	Albania	23,9	144,8	0,0
8	Russia	26,9	111,6	153,5
9	Romania	27,1	32,7	-15,6
10	Mexico	28,3	86,8	36,0
11	North Macedonia	28,3	137,1	150,2
12	Montenegro	30,7	108,3	135,5
13	Croatia	40,2	94,4	115,5
14	Slovakia	40,2	84,4	66,2
15	Serbia	41,6	193,6	169,6
16	Latvia	42,0	194,0	178,8
17	Estonia	42,4	174,6	200,0
18	Slovenia	44,8	174,5	159,9
19	Poland	50,3	-23,8	-48,6
20	Switzerland	51,8	153,8	102,3
21	United States	52,8	122,3	71,2
22	Czechia	54,3	-77,8	-71,3
23	Finland	54,8	172,4	166,3
24	Greece	56,1	169,2	178,8
25	Luxembourg	56,7	67,1	200,0
26	Hungary	57,5	-62,7	76,3
27	Lithuania	58,0	184,9	200,0
28	Austria	58,4	128,0	108,9
29	Cyprus	59,9	194,9	178,9
30	Sweden	59,9	138,4	-74,7
31	Germany	61,3	156,9	170,6
32	Norway	62,0	173,4	200,0
33	France	62,2	44,6	152,4
34	Israel	62,9	84,8	56,4
35	Netherlands	63,1	95,0	117,9
36	Italy	63,2	115,7	135,3
37	United Kingdom	64,1	176,7	167,6
38	Canada	68,0	144,0	143,2
39	Ireland	69,8	160,9	165,9
40	Belgium	70,7	113,1	97,4
41	Denmark	73,6	92,2	163,7
42	Spain	74,7	-67,6	28,5
43	Portugal	79,1	108,5	104,3
44	Malta	80,7	30,5	133,3



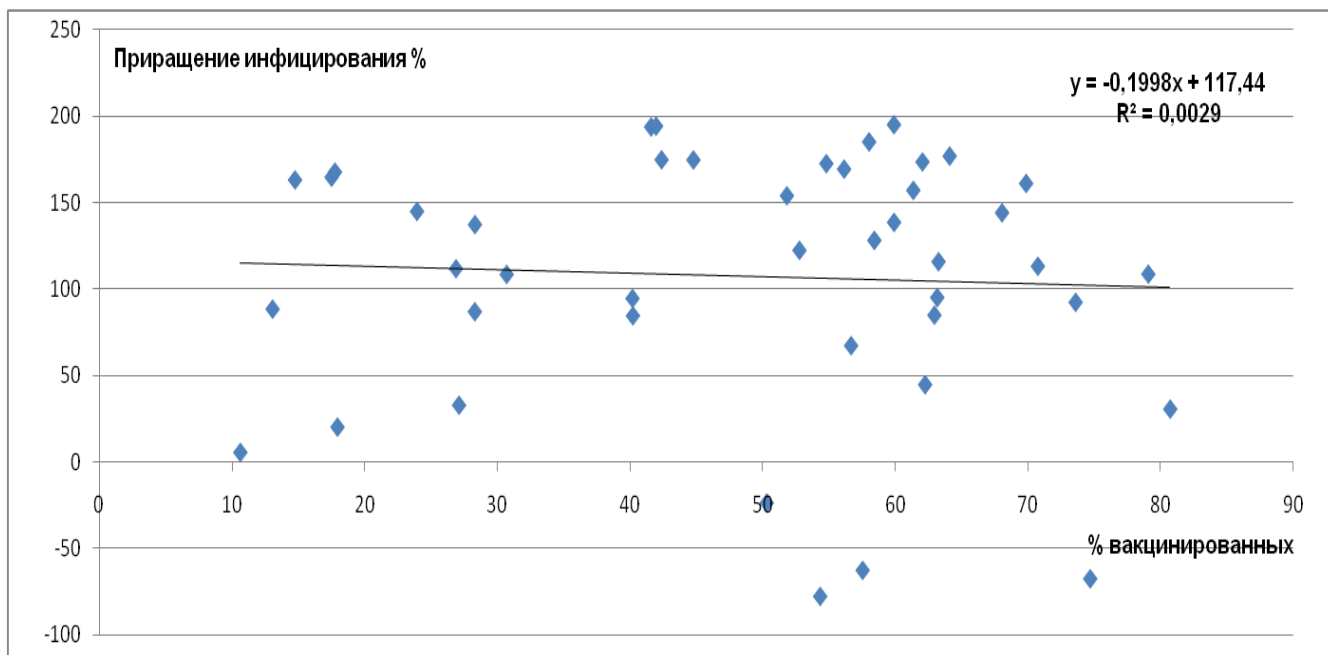
**Рисунок 1. Изменение инфицирования после вакцинации**



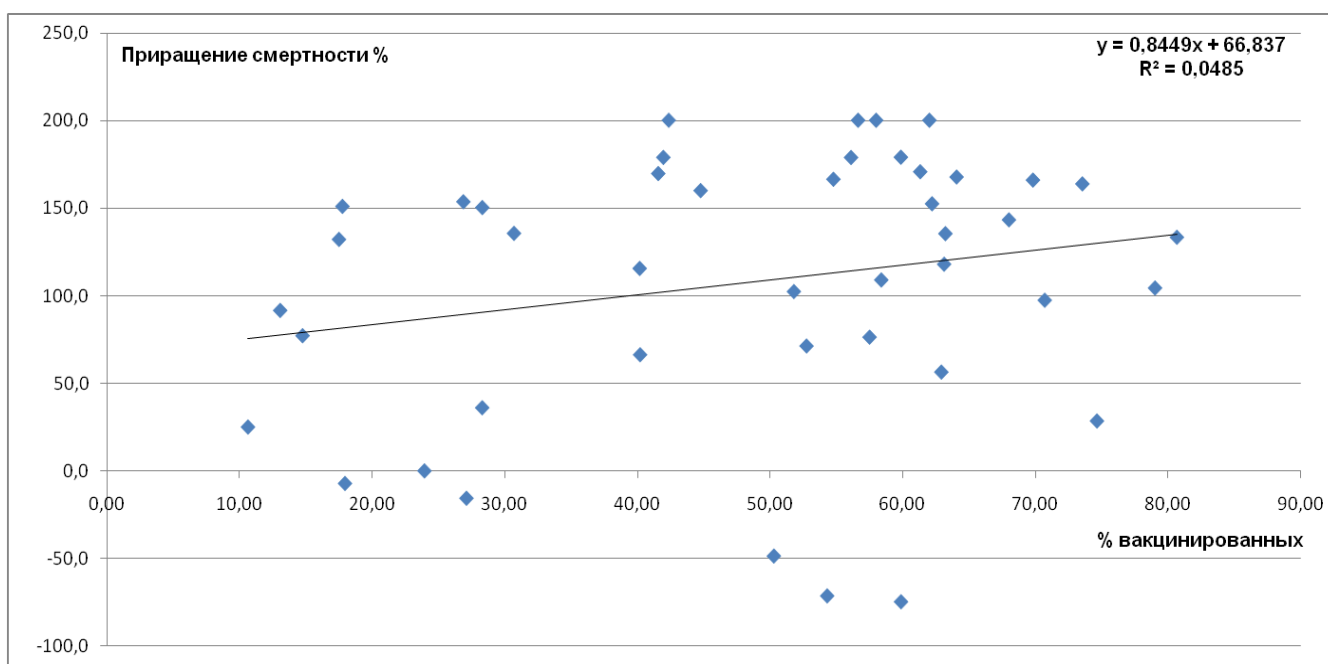
**Рисунок 2. Изменение смертности от COVID-19 после вакцинации**

Особого внимания заслуживает тот факт, что в группе стран с высоким уровнем вакцинации населения нет ни одной, где бы снизилась смертность от COVID-19, и лишь одна, где снизилось инфицирование. Можно констатировать, что кампания вакцинации не достигла своих целей, по крайней мере, на начало осени.

Может быть, дело в том, что появился новый, более опасный, штамм коронавируса? Может быть, вакцины от него защищают плохо, но без них было бы еще хуже? Если эта гипотеза справедлива, то должна быть выраженная отрицательная корреляция между процентом вакцинированного населения, с одной стороны, и приростом инфицирования и смертности, с другой. Иными словами, страны с более высоким уровнем вакцинации должны показать меньший прирост инфицирования и смертности, в том числе и в присутствии нового штамма. Обнаружить отрицательную корреляцию не удалось (рисунки 3 и 4). Коэффициент корреляции в случае инфицирования ничтожно мал. В случае смертности от COVID-19 есть даже намек на положительную связь между уровнем вакцинации и смертностью (коэффициент корреляции 0,22).



**Рисунок 3. Корреляция между долей полностью вакцинированных и приращением инфицирования**

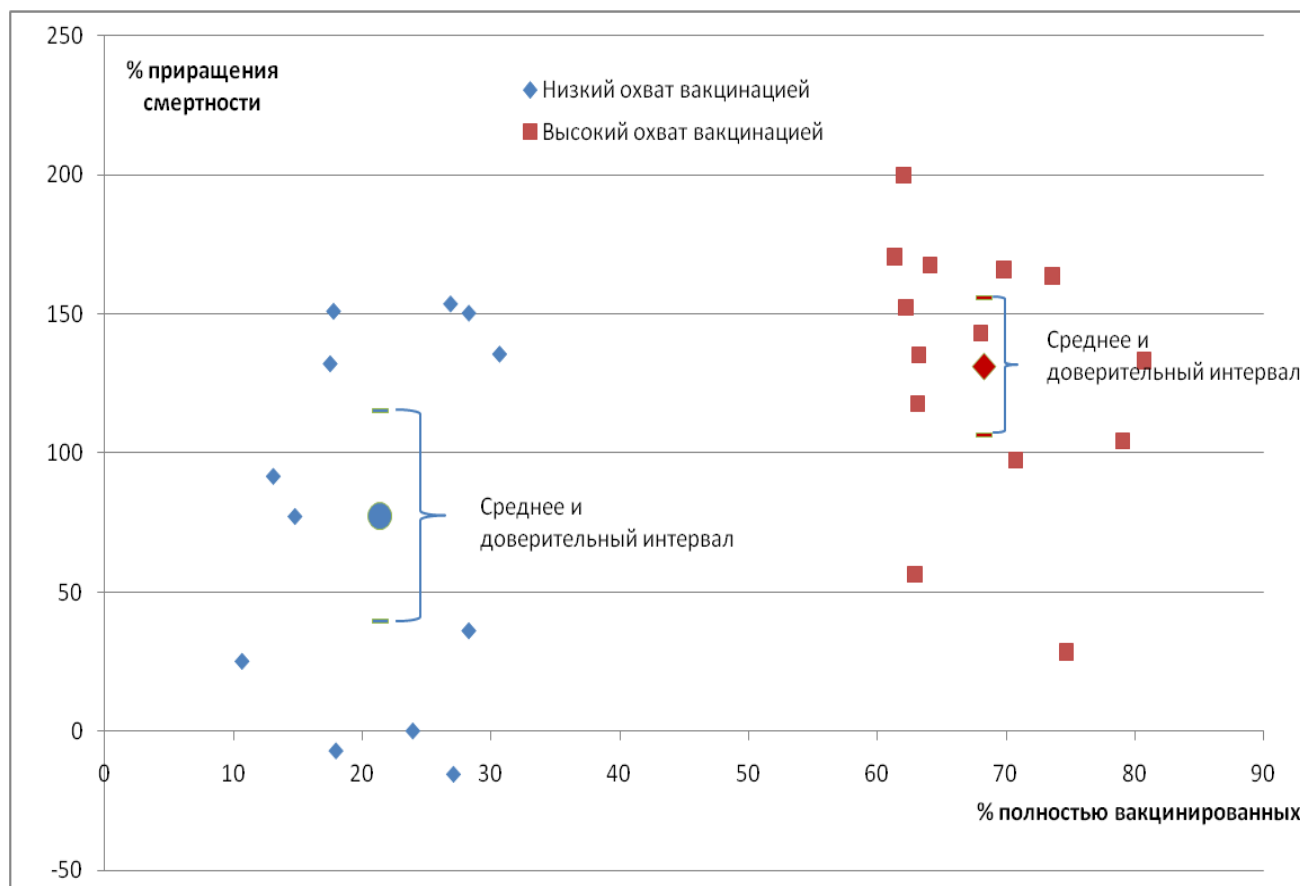


**Рисунок 4. Корреляция между долей полностью вакцинированных и приращением смертности**

Дополнительно проверим предположение о наличии положительной связи между долей вакцинированного населения и смертностью от коронавирусной инфекции. Для этого сравним достоверность различий приращения смертности в группах стран с низким и высоким охватом населения вакцинацией (таблица 2, рисунок 5). Используем t-критерий Стьюдента. Его фактическое значение 2,332, что превышает табличное значение 2,064 (число степеней свободы 24, уровень значимости 0,05). Средний уровень приращения смертности от COVID-19 в группе стран с высоким уровнем вакцинации достоверно выше, чем в группе стран с низким уровнем вакцинации. Дополнительно отметим, что средний % приращения смертности закономерно нарастает от низковакцинированной группы к высоковакцинированной.

**Таблица 2. Сравнение средних значений приращений инфицирования и смертности по группам стран с разной долей полностью вакцинированного населения**

	Низкий охват вакцинацией	Средний охват вакцинацией	Высокий охват вакцинацией
Средний % приращения инфицирования	102,5±32,5	115,7±40,5	102,0±34,7
Средний % приращения смертности	77,4±37,9	109,9±42,6	131,2±24,6



**Рисунок 5. Различия в приращении смертности в странах с низким и высоким охватом вакцинацией**

### Выводы

На начало осени нет никаких оснований говорить об эффективности вакцин. И это без учета побочного действия вакцин. Более того, все указывает на то, что за вакцинацией следует ухудшение эпидемиологической ситуации. Особенно это касается смертности. Страны с высокой долей вакцинированного населения имеют повышенный межгодовой прирост смертности от COVID-19. Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии антителозависимого усиления инфекции (ADE). Если опасения окажутся справедливыми, то последующий анализ выявит дополнительный прирост смертности. В первую очередь он будет наблюдаться в тех странах, которые продолжают наращивать долю вакцинированных, а также, там, где будет проводиться повторная вакцинация населения.

Общественная польза вакцинации от коронавируса пока весьма сомнительна. По крайней мере, с точки зрения медицины. Медицинский аспект никак не позволяет оправдать огромные траты

общественных средств. Конечно, есть и другие аспекты. Например, экономический. Вакцинация наращивает индивидуальное потребление (без инфляционного давления) и тем повышает валовой внутренний продукт. Возможно, есть и другие смыслы этого мероприятия. Однако, их обсуждение выходит за рамки данной работы.