

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-5-20-32>

Оценка эпидемиологических эффектов вакцинации от COVID-19 в странах мира: поперечное исследование

Т. М. Смирнова*¹, В. Н. Крутько¹, О. В. Митрохин², Н. И. Брико²¹ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Москва²ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова, Москва

Резюме

Актуальность. Для максимального успеха вакцинации от COVID-19 необходимо учитывать чувствительность популяционно-го здоровья не только к этому специфическому воздействию, но и к неотъемлемым социально-экономическим факторам, способным модулировать эффективность медицинских вмешательств. **Цель.** Оценить связь инфицированности, смертности и коэффициента летальности от COVID-19 в странах мира с долей вакцинированных среди населения, а также связь эпидемической ситуации по COVID-19 с параметрами благополучия населения на основе данных поперечного исследования. **Материал и методы.** Использованы данные портала Our World in Data по состоянию на 15.12.2021, а также данные ООН о развитии человеческого потенциала. **Результаты.** Частоты инфицирования и смерти были тем выше, чем выше уровень человеческого развития стран. Обратная корреляционная связь уровня вакцинации со смертностью и инфицированностью была характерна только для стран с очень высоким уровнем человеческого развития. В этой же группе стран был наименьшим коэффициент летальности. **Заключение.** Характер корреляционных связей между уровнем вакцинации и параметрами эпидемической ситуации неодинаков для стран с разным уровнем развития человеческого потенциала. По-видимому, на результативность вакцинации влияет ряд факторов социально-экономического плана, в том числе интегральный уровень развития страны и уровень урбанизации.

Ключевые слова: COVID-19, инфицированность, смертность, летальность, вакцинация, страны мира

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Смирнова Т. М., Крутько В. Н., Митрохин О. В. и др. Оценка эпидемиологических эффектов вакцинации от COVID-19 в странах мира: поперечное исследование. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2023;22(5):20-32. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-5-20-32>

Assessing the Epidemiological Effects of COVID-19 Vaccination in Countries around the World: A Cross-Sectional Study

ТМ Smirnova**¹, VN Krut'ko¹, OV Mitrokhin², NI Briko²¹Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences, Moscow²Sechenov University, Moscow

Abstract

Relevance. To maximize the success of COVID-19 vaccination, it is necessary to consider the sensitivity of population health not only to these specific exposures, but also to the inherent socioeconomic factors that can modulate the effectiveness of health interventions. **Aims.** To assess the relationships between infection, mortality and the fatality ratio from COVID-19 in the countries of the world with the proportion of vaccinated in the population, as well as the relationship of the epidemic situation on COVID-19 with the parameters of the well-being of the population based on a cross-sectional study. **Materials and methods.** Statistical analysis used the data of the portal Our World in Data as of 15/12/2021, as well as UNO data on human development. **Results.** The frequencies of infection and death were higher the higher the human development index of countries. The inverse correlation of vaccination rates with infection and mortality rates was typical only for countries with very high human development. In the same group of countries, the infection fatality rate was the lowest. **Conclusion.** The nature of the correlations between the level of vaccination and the parameters of the epidemic situation is not the same for countries with different levels of human development. Apparently, a number of socio-economic factors, including the integral level development of the country and the level of urbanization, can influence the effectiveness of vaccination.

Keywords: COVID-19, infection rate, mortality rate, fatality ratio, vaccination, countries of the world

No conflict of interest to declare.

* Для переписки: Смирнова Татьяна Михайловна, главный специалист, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, 119285, Москва, ул. Пудовкина, д.6, корп.3, кв.78. +7 (962) 992-83-57, smirnova.tatyana@gmail.com. ©Смирнова Т. М. и др.

**For correspondence: Smirnova Tatyana M., Chief Specialist, Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, 6-3-78, Pudovkina St., Moscow, 119285, Russia. +7 (962) 992-83-57, smirnova.tatyana@gmail.com. ©Smirnova TM, et al.

For citation: Smirnova TM, Krut'ko VN, Mitrokhin OV et al.. Assessing the Epidemiological Effects of COVID-19 Vaccination in Countries around the World: A Cross-Sectional Study. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023;22(5):20-32 (In Russ.). <https://doi:10.31631/2073-3046-2023-22-5-20-32>

Введение

В настоящее время вакцинация продвигается как решающий метод преодоления пандемии COVID-19. Однако для обоснования такого подхода не хватает данных об эффективности вакцинации на популяционном уровне, о факторах, способных влиять на эффективность, и об их количественном вкладе в позитивные и негативные эффекты вакцинации.

Интересный анализ связей эпидемической ситуации по COVID-19 с уровнем охвата вакцинацией и показателями социально-экономического благополучия в округах США представлен Dong and Gardner [1]. В этом поперечном исследовании было показано, что частота случаев заболевания и смерти с 1 июля по 1 сентября 2021 г. находилась в обратной корреляционной связи с долей вакцинированных полностью к 15 июня. Показано также, что охват вакцинацией был ниже, а инфицированность и смертность выше в округах, менее благополучных в социально-экономическом плане: с более низким уровнем дохода домохозяйств, более низким образовательным уровнем и более высоким значением индекса социальной уязвимости (SVI – social vulnerability index). В округах с преимущественно сельским населением охват вакцинацией был ниже, смертность выше, а инфицированность не отличалась от округов с преобладанием городского населения. Была выявлена связь с политическими предпочтениями, проявленными на президентских выборах 2020 г.: в «республиканских» округах по сравнению с «демократическими» была ниже доля вакцинированных и выше инфицированность и смертность.

Цель работы – оценить связь инфицированности, смертности и коэффициента летальности от COVID-19 в странах мира с долей вакцинированных среди населения, а также связь эпидемической ситуации по COVID-19 с параметрами благополучия населения на основе данных поперечного исследования.

Материал и методы

Использованы данные портала Our World in Data [2] о 224 странах и территориях: ежедневные и суммарные значения числа случаев инфицирования и смерти, как абсолютные, так и в расчете на 1 млн населения. Коэффициент летальности (IFR – Infection Fatality Ratio) рассчитывали, как отношение суммарного числа смертей к накопленному числу новых случаев заражения. Поскольку для суточного числа новых случаев инфицирования и смерти характерна очень высокая вариабельность, для этих показателей были также

использованы их сглаженные значения, которые в [2] приведены наряду с исходными значениями. В качестве характеристики охвата вакцинацией применяли процент привитых полностью.

Для поперечного исследования были использованы данные на 15.12.2021. В случае, если данные на эту дату для какой-либо страны отсутствовали, брали имеющиеся значения для ближайшей предшествующей даты.

В качестве показателя социально-экономического благополучия использован индекс человеческого развития (ИЧР) – интегральный показатель, рассчитываемый ежегодно для сравнения между странами в рамках Программы развития ООН, из последнего опубликованного отчета [3]. Данные о доле сельского населения в странах взяты с сайта Всемирного банка [4]. Оценки в источниках [3] и [4] относятся к 2019 г. – последнему году перед началом пандемии COVID-19.

Поскольку распределение всех социально-экономических показателей в странах мира резко отличается от нормального, для оценки связей этих показателей с параметрами эпидемической ситуации применяли ранговый критерий корреляции Спирмена R.

Вычисления выполнены с помощью программного пакета STATISTICA 12. В качестве критического уровня статистической значимости принято $p < 0,05$.

Необходимо подчеркнуть, что, как и любой другой статистический метод, корреляционный анализ не дает доказательства наличия причинно-следственных связей между исследованными показателями. Результаты статистического анализа позволяют выдвинуть гипотезу о наличии таких связей и предоставляют некоторые формальные обоснования этой гипотезы. В частности, корреляционный анализ, а в особенности тот его вариант, который был использован в статье (ранговый метод Спирмена), показывает, есть ли между двумя показателями связь определенной направленности, (т.е. с ростом одного показателя другой тоже растет или же, наоборот, убывает), а если есть, то в какой мере она подтверждается использованными при анализе данными (уровень значимости p для коэффициента корреляции R – это вероятность, с которой статистическая гипотеза о том, что $R = 0$, согласуется с этими данными). Поэтому в настоящей статье авторы используют осторожные формулировки – «приводятся выявленные корреляционные связи» и «предлагаются некоторые возможные объяснения этих связей», другими словами, авторы не пытаются делать однозначных заключений о наличии причинно-следственных связей.

Original Articles

Таблица 1. Показатели эпидемической ситуации в странах мира на 15.12.2021
Table 1. Indicators of the epidemic situation in the countries of the world as of 12/15/2021

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Австралия / Australia	75,31	26	9 267	136	82,4	146	0,89	151
Австрия / Austria	69,06	47	137 043	24	1 474,4	52	1,08	135
Азербайджан / Azerbaijan	45,26	113	59 381	80	795,9	83	1,34	114
Албания / Albania	34,75	139	71 226	72	1 097,1	67	1,54	95
Алжир / Algeria	12,08	179	4 786	144	138,2	134	2,89	36
Ангилья / Anguilla	60,98	78	–	–	–	–	–	–
Ангола / Angola	10,49	182	1 932	169	51,2	159	2,65	46
Андорра / Andorra	65,07	67	260 310	1	1 732,3	44	0,67	166
Антигуа и Барбуда / Antigua and Barbuda	58,63	88	42 308	99	1 185,1	64	2,80	38
Аргентина / Argentina	68,76	48	117 778	31	2 562,3	17	2,18	63
Армения / Armenia	19,63	167	115 553	34	2 646,8	14	2,29	60
Аруба / Aruba	73,25	34	–	–	–	–	–	–
Афганистан / Afghanistan	8,95	186	3 963	149	184,0	125	4,65	12
Багамские О-ва / Bahamas	36,73	136	57 821	85	1 783,8	39	3,08	31
Бангладеш / Bangladesh	26,56	153	9 503	134	168,6	130	1,77	81
Барбадос / Barbados	48,69	108	93 939	50	882,8	78	0,94	147
Бахрейн / Bahrain	66,78	55	159 128	18	797,3	82	0,50	175
Белиз / Belize	48,59	109	77 021	68	1 452,2	53	1,88	74
Белоруссия / Belarus	30,35	143	71 830	71	563,6	97	0,78	159
Бельгия / Belgium	75,26	27	170 226	14	2 383,8	20	1,40	107
Бенин / Benin	7,04	189	2 000	168	12,9	176	0,65	167
Бермуды / Bermuda	72,52	35	–	–	–	–	–	–
Болгария / Bulgaria	26,92	149	104 453	40	4 327,8	2	4,14	15
Боливия / Bolivia	36,92	135	47 052	98	1 635,7	47	3,48	22
Бонайре, Синт-Эстатиус и Саба / Bonaire Sint Eustatius and Saba	63,29	72	–	–	–	–	–	–
Босния и Герцеговина / Bosnia and Herzegovina	22,08	161	86 751	59	4 003,1	3	4,61	14
Ботсвана / Botswana	41,81	123	82 447	65	1 011,2	70	1,23	125
Бразилия / Brazil	65,84	64	103 747	42	2 884,5	11	2,78	40
Бруней / Brunei	87,29	5	34 815	103	222,0	117	0,64	168
Буркина-Фасо / Burkina Faso	1,55	212	776	181	13,8	175	1,78	80
Бурунди / Burundi	0,02	219	1 725	171	3,1	187	0,18	186
Бутан / Bhutan	72,4	36	3 400	153	3,8	184	0,11	187
Вануату / Vanuatu	15,06	172	22	192	3,2	186	14,29	2
Ватикан / Vatican	–	–	33 251	106	–	–	–	–
Великобритания / United Kingdom	68,68	50	162 350	15	2 158,9	28	1,33	116
Венгрия / Hungary	61,39	76	125 389	28	3 864,6	4	3,08	32

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Венесуэла / Venezuela	34,34	140	15 309	123	182,9	126	1,19	129
Виргинские о-ва / British Virgin Islands	54,91	96	–	–	–	–	–	–
Восточный Тимор / Timor	36,44	137	14 756	125	90,8	144	0,62	169
Вьетнам / Vietnam	54,22	98	14 864	124	291,5	112	1,96	70
Габон / Gabon	7,6	187	16 535	120	125,1	137	0,76	160
Гаити / Haiti	0,58	216	2 242	166	66,0	152	2,94	34
Гайана / Guyana	36,24	138	48 947	95	1 296,9	61	2,65	45
Гамбия / Gambia	9,18	185	4 039	148	137,5	135	3,40	23
Гана / Ghana	4,93	195	4 155	147	39,5	161	0,95	145
Гватемала / Guatemala	24,05	159	34 130	104	879,8	79	2,58	49
Гвинея / Guinea	6,06	192	2 283	165	28,7	167	1,26	121
Гвинея-Бисау / Guinea-Bissau	1,05	215	3 201	156	73,9	148	2,31	58
Германия / Germany	69,33	45	79 744	66	1 277,8	62	1,60	91
Гернси / Guernsey	21,48	165	–	–	–	–	–	–
Гибралтар / Gibraltar	118,55	1	–	–	–	–	–	–
Гондурас / Honduras	38,67	126	37 631	101	1 035,8	69	2,75	42
Гонконг / Hong Kong	60,75	81	1 655	172	28,2	169	1,70	84
Гренада / Grenada	30,94	142	52 338	89	1 769,7	42	3,38	24
Гренландия / Greenland	66,57	58	33 710	105				
Греция / Greece	65,62	65	98 107	48	1 885,4	34	1,92	71
Грузия / Georgia	26,73	151	225 661	5	3 236,1	8	1,43	104
Дания / Denmark	77,39	20	99 647	46	522,8	99	0,52	174
Дем. Респ. Конго / Democratic Republic of Congo	0,08	218	670	183	12,1	178	1,81	77
Джерси / Jersey	75,15	28	–	–	–	–	–	–
Джибути / Djibouti	2,6	203	13 496	127	188,6	123	1,40	108
Доминика / Dominica	37,86	132	87 098	58	581,9	95	0,67	165
Доминиканская Респ. / Dominican Republic	51,7	102	37 515	102	385,3	106	1,03	139
Египет / Egypt	16,85	171	3 565	152	203,4	121	5,70	9
Замбия / Zambia	4,64	197	11 219	130	194,0	122	1,73	82
Зимбабве / Zimbabwe	19,97	166	11 774	129	314,4	109	2,67	44
Израиль / Israel	62,5	74	145 561	21	885,5	77	0,61	170
Индия / India	38,03	129	24 916	116	342,0	108	1,37	110
Индонезия / Indonesia	37,82	133	15 413	122	520,9	100	3,38	25
Иордания / Jordan	37,4	134	99 721	45	1 176,2	65	1,18	130
Ирак / Iraq	57,8	91	72 481	70	1 539,3	49	2,12	68
Иран / Iran	12,53	178	50 736	93	583,2	93	1,15	132
Ирландия / Ireland	76,56	22	127 718	26	1 171,0	66	0,92	149
Исландия / Iceland	82,34	11	57 843	84	104,8	141	0,18	185

Original Articles

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Испания / Spain	80,77	13	115 376	35	1 895,8	33	1,64	87
Италия / Italy	73,46	33	87 499	57	2 239,3	27	2,56	50
Йемен / Yemen	1,2	214	331	187	64,7	153	19,57	1
Кабо-Верде / Cape Verde	44,53	115	68 566	74	624,7	91	0,91	150
Казахстан / Kazakhstan	43,9	116	56 067	86	951,7	71	1,70	85
Каймановы о-ва / Cayman Islands	84,94	8	–	–	–	–	–	–
Камбоджа / Cambodia	80,11	15	7 104	139	176,7	128	2,49	56
Камерун / Cameroon	2,25	205	3 955	150	67,4	151	1,71	83
Канада / Canada	76,82	21	48 866	96	789,3	84	1,62	89
Катар / Qatar	75,7	25	83 895	63	209,5	120	0,25	184
Кения / Kenya	6,08	191	4 685	145	97,3	143	2,08	69
Кипр / Cyprus	66,52	59	159 461	17	685,3	89	0,43	176
Киргизия / Kyrgyzstan	14,35	175	27 768	112	418,7	103	1,51	99
Кирибати / Kiribati	18,68	168	17	193	–	–	–	–
Китай / China	80,49	14	69	189	3,2	185	4,63	13
Колумбия / Colombia	51,49	103	99 477	47	2 521,3	18	2,53	55
Коморы / Comoros	27,55	148	5 151	142	170,0	129	3,30	27
Косово / Kosovo	43,46	118	90 470	55	1 676,7	46	1,85	75
Коста-Рика / Costa Rica	65,47	66	110 599	36	1 427,5	54	1,29	118
Кот-д'Ивуар / Cote d'Ivoire	5,57	193	2 290	164	26,1	170	1,14	134
Куба / Cuba	82,85	10	85 161	62	734,5	87	0,86	154
Кувейт / Kuwait	73,63	31	95 609	49	569,7	96	0,60	171
Кюрасао / Curacao	58,35	89	–	–	–	–	–	–
Лаос / Laos	42	122	12 611	128	34,7	163	0,28	183
Латвия / Latvia	66,28	61	141 425	23	2 361,1	22	1,67	86
Лесото / Lesotho	28,64	146	10 874	131	308,0	110	2,83	37
Либерия / Liberia	11,11	180	1 142	175	55,4	158	4,91	11
Ливан / Lebanon	26	156	102 562	44	1 312,7	59	1,28	120
Ливия / Libya	10,88	181	54 583	87	801,3	81	1,47	102
Литва / Lithuania	67,29	52	184 279	10	2 616,9	16	1,42	105
Лихтенштейн / Liechtenstein	66,51	60	145 135	22	1 777,6	40	1,22	127
Люксембург / Luxembourg	67,69	51	150 000	20	1 411,4	55	0,94	146
Маврикий / Mauritius	71,85	38	17 834	118	188,5	124	1,06	137
Мавритания / Mauritania	14,81	174	8 361	137	178,4	127	2,13	67
Мадагаскар / Madagascar	1,9	206	1 611	173	34,5	164	2,14	66
Макао / Macao	68,7	49	–	–	–	–	–	–
Малави / Malawi	3,25	200	3 203	155	117,6	139	3,67	17
Малайзия / Malaysia	77,85	18	82 473	64	945,5	72	1,15	133
Мали / Mali	1,67	210	904	179	30,4	166	3,36	26

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Мальдивы / Maldives	67,28	53	172 054	13	476,4	101	0,28	182
Мальта / Malta	84,14	9	79 233	67	912,6	75	1,15	131
Марокко / Morocco	61,25	77	25 492	115	396,3	104	1,55	93
Маршалловы О-ва / Marshall Islands	–	–	67	190	–	–	–	–
Мексика / Mexico	51,02	104	30 129	109	2 281,5	25	7,57	4
Микронезия / Micronesia (country)	–	–	9	196	–	–	–	–
Мозамбик / Mozambique	14,87	173	4 835	143	60,5	156	1,25	122
Молдавия / Moldova	23,88	160	92 184	53	2 344,4	23	2,54	54
Монако / Monaco	58,98	87	104 099	41	910,9	76	0,88	153
Монголия / Mongolia	64,85	68	115 933	32	612,4	92	0,53	173
Монтсеррат / Montserrat	28,45	147	–	–	–	–	–	–
Мьянма / Myanmar	21,64	164	9 625	133	350,3	107	3,64	18
Намибия / Namibia	12,61	177	51 576	91	1 382,9	57	2,68	43
Науру / Nauru	66,69	57	–	–	–	–	–	–
Непал / Nepal	29,4	144	27 802	111	389,7	105	1,40	106
Нигер / Niger	1,85	208	286	188	10,7	181	3,76	16
Нигерия / Nigeria	1,9	207	1 041	177	14,1	174	1,36	111
Нидерланды / Netherlands	74,65	29	172 514	12	1 206,1	63	0,70	163
Никарагуа / Nicaragua	39,98	125	2 595	161	32,1	165	1,24	123
Ниуэ / Niue	71,25	41	–	–	–	–	–	–
Новая Зеландия / New Zealand	73,7	30	2 585	162	9,4	183	0,36	177
Новая Каледония / New Caledonia	59,78	86	–	–	–	–	–	–
Норвегия / Norway	71,06	42	61 198	78	219,9	118	0,36	178
ОАЭ / United Arab Emirates	90,28	3	74 382	69	215,3	119	0,29	181
Оман / Oman	54,14	99	58 346	82	787,4	85	1,35	112
О-в Мэн / Isle of Man	76,17	24	–	–	–	–	–	–
О-в Св. Елены / Saint Helena	57,93	90	–	–	–	–	–	–
О-ва Кука / Cook Islands	66,73	56	–	–	–	–	–	–
О-ва Питкэрн / Pitcairn	100	2	–	–	–	–	–	–
Пакистан / Pakistan	26,06	155	5 729	141	128,1	136	2,24	61
Палау / Palau	–	–	440	184	–	–	–	–
Палестина / Palestine	26,88	150	89 052	56	929,6	74	1,04	138
Панама / Panama	55,93	94	109 878	37	1 686,8	45	1,54	96
Папуа - Новая Гвинея / Papua New Guinea	2,37	204	3 944	151	64,4	154	1,63	88
Парагвай / Paraguay	38,35	127	64 270	77	2 287,8	24	3,56	19
Перу / Peru	60,21	84	67 651	76	6 052,3	1	8,95	3
Польша / Poland	54,91	97	102 689	43	2 373,6	21	2,31	57
Португалия / Portugal	88,87	4	118 608	30	1 838,9	36	1,55	94
Республика Конго / Congo	9,91	183	3 370	154	63,5	155	1,88	72

Original Articles

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Россия / Russia	42,51	120	68 035	75	1 967,9	32	2,89	35
Руанда / Rwanda	31,5	141	7 599	138	101,2	142	1,33	115
Румыния / Romania	40,09	124	93 865	51	3 028,8	9	3,23	28
Сальвадор / El Salvador	63,16	73	18 604	117	583,0	94	3,13	30
Самоа / Samoa	60,73	82	15	194	–	–	–	–
Сан-Марино / San Marino	69,83	44	200 147	8	2 763,9	13	1,38	109
Сан-Томе и Принсипи / Sao Tome and Principe	21,91	162	16 713	119	255,2	115	1,53	97
Саудовская Аравия / Saudi Arabia	64,71	69	15 576	121	250,6	116	1,61	90
Сев. Македония / North Macedonia	37,93	131	105 715	39	3 729,8	6	3,53	21
Сев. Кипр / Northern Cyprus	72,2	37	–	–	–	–	–	–
Сейшельские О-ва / Seychelles	79,08	16	242 240	3	1 304,2	60	0,54	172
Сенегал / Senegal	5,47	194	4 309	146	109,7	140	2,55	52
Сент-Винсент и Гренадины / Saint Vincent and the Grenadines	21,73	163	51 434	92	692,0	88	1,35	113
Сент-Китс и Невис / Saint Kitts and Nevis	47,19	110	52 236	90	522,9	98	1,00	142
Сент-Люсия / Saint Lucia	26,07	154	71 122	73	1 545,5	48	2,17	64
Сербия / Serbia	46,16	112	186 002	9	1 786,4	38	0,96	144
Сингапур / Singapore	87	6	50 355	94	148,0	132	0,29	179
Синт-Мартен / Sint Maarten (Dutch part)	57,59	92	–	–	–	–	–	–
Сирия / Syria	4,04	199	2 708	160	154,7	131	5,71	8
Словакия / Slovakia	43,51	117	238 514	4	2 860,6	12	1,20	128
Словения / Slovenia	56,5	93	213 532	7	2 618,9	15	1,23	124
Соломоновы О-ва / Solomon Islands	7,43	188	28	191	–	–	–	–
Сомали / Somalia	4,06	198	1 410	174	81,5	147	5,78	7
Судан / Sudan	2,75	201	1 005	178	72,4	149	7,21	5
Суринам / Suriname	37,95	130	86 724	60	1 992,2	31	2,30	59
США / United States	60,63	83	151 314	19	2 410,6	19	1,59	92
Сьерра-Леоне / Sierra Leone	4,73	196	790	180	14,9	173	1,88	73
Таджикистан / Tajikistan	26,59	152	1 794	170	12,8	177	0,71	162
Таиланд / Thailand	62,39	75	31 140	107	303,9	111	0,98	143
Тайвань / Taiwan	63,75	71	703	182	35,6	162	5,07	10
Танзания / Tanzania	1,75	209	431	185	11,9	179	2,77	41
Теркс и Кайкос / Turks and Caicos Islands	69,17	46	–	–	–	–	–	–
Того / Togo	9,55	184	3 119	158	28,7	168	0,92	148
Токелау / Tokelau	70,76	43	–	–	–	–	–	–
Тонга / Tonga	43,31	119	9	195	–	–	–	–
Тринидад и Тобаго / Trinidad and Tobago	46,81	111	58 832	81	1 771,4	41	3,01	33
Тувалу / Tuvalu	49,34	107	–	–	–	–	–	–
Тунис / Tunisia	45,22	114	60 335	79	2 131,8	29	3,53	20

Страны/территории Countries/territories	Привитых полностью Fully vaccinated		Всего инфицированных Total Cases		Всего умерших Total deaths		IFR	
	%	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	1/млн 1/mln.	Ранг Rank	%	Ранг Rank
Туркменистан / Turkmenistan	52,41	101	–	–	–	–	–	–
Турция / Turkey	60,01	85	107 032	38	937,1	73	0,88	152
Уганда / Uganda	2,73	202	2 722	159	69,4	150	2,55	51
Узбекистан / Uzbekistan	17,33	170	5 785	140	42,6	160	0,74	161
Украина / Ukraine	29,35	145	86 378	61	2 248,0	26	2,60	48
Уоллис и Футуна / Wallis and Futuna	53,39	100	–	–	–	–	–	–
Уругвай / Uruguay	76,53	23	115 718	33	1 763,8	43	1,52	98
Фарерские о-ва / Faeroe Islands	77,76	19	91 269	54	265,0	113	0,29	180
Фиджи / Fiji	66,24	62	58 261	83	772,0	86	1,32	117
Филиппины / Philippines	38,34	128	25 547	114	454,3	102	1,78	78
Финляндия / Finland	73,62	32	37 715	100	260,6	114	0,69	164
Фолклендские о-ва / Falkland Islands	50,31	106	–	–	–	–	–	–
Франция / France	71,44	40	125 867	27	1 805,2	37	1,43	103
Французская Полинезия / French Polynesia	55,77	95	–	–	–	–	–	–
Хорватия / Croatia	50,35	105	162 286	16	2 885,8	10	1,78	79
Центральноафриканская Респ. / Central African Republic	6,99	190	2 431	163	20,5	171	0,84	156
Чад / Chad	0,48	217	337	186	10,7	182	3,17	29
Черногория / Montenegro	42,21	121	255 186	2	3 765,6	5	1,48	100
Чехия / Czechia	60,87	79	220 716	6	3 246,1	7	1,47	101
Чили / Chile	85,12	7	92 971	52	2 015,7	30	2,17	65
Швейцария / Switzerland	66,2	63	132 488	25	1 360,1	58	1,03	140
Швеция / Sweden	71,85	39	122 314	29	1 498,1	51	1,22	126
Шри-Ланка / Sri Lanka	64,18	70	26 839	113	682,7	90	2,54	53
Эквадор / Ecuador	67,13	54	29 862	110	1 876,6	35	6,28	6
Экваториальная Гвинея / Equatorial Guinea	13,76	176	9 392	135	120,7	138	1,29	119
Эритрея / Eritrea	–	–	2 134	167	18,0	172	0,85	155
Эсватини / Eswatini	24,13	158	47 937	97	1 069,6	68	2,23	62
Эстония / Estonia	60,79	80	173 461	11	1 410,4	56	0,81	158
Эфиопия / Ethiopia	1,23	213	3 172	157	58,1	157	1,83	76
Южная Корея / South Korea	81,61	12	10 606	132	88,1	145	0,83	157
Южно-Африканская Респ. / South Africa	25,77	157	53 813	88	1 502,7	50	2,79	39
Южный Судан / South Sudan	1,56	211	1 140	176	11,7	180	1,03	141
Ямайка / Jamaica	18,31	169	30 896	108	817,9	80	2,65	47
Япония / Japan	77,9	17	13 712	126	145,8	133	1,06	136

Примечание: данные для расчетов не представлены в [2].
Note: data for calculations are not presented in [2].

Результаты

Из 224 стран и территорий, представленных в базе [2], данные об инфицированности COVID-19 имеются для 196, о смертности – для 187, по вакцинации – для 219.

Значения уровня охвата вакцинацией, суммарных показатели инфицированности и смертности и коэффициента летальности в странах мира на 15.12.2021 приведены в таблице 1, из которой

видно, что параметры эпидемической ситуации различались на несколько порядков. Число выявленных случаев заболевания на 1 млн населения варьировало от 8,6 (Микронезия) до 260 309,7 (Андорра). Максимальное число случаев смерти на 1 млн составило 6 052,3 (Перу), при этом в 9 государствах и территориях (Ватикан, Гренландия, Кирибати, Маршалловы Острова, Микронезия, Палау, Самоа, Соломоновы Острова, Тонга) случаи смерти не зафиксированы. IFR варьировал от 0,11% (Бутан) до 19,57% (Йемен). Минимальная доля населения, прошедшего полную вакцинацию (0,02%), имела место в Бурунди. На Островах Питкэрн отмечен 100% охват вакцинацией, а Гибралтар даже превысил этот уровень охвата (при этом для обеих этих территорий, которые относятся к Британским заморским территориям, в [2] нет сведений об инфицированности и смертности). Среди стран с представленными данными об инфицированности наивысший охват вакцинацией был достигнут в Объединенных Арабских Эмиратах (90,28%).

Показатели связи эпидемической ситуации с уровнем охвата вакцинацией, ИЧР и долей сельского населения представлены в таблице 2. Как видно из этой таблицы, более высокая инфицированность и смертность имели место в странах более высоко развитых, более урбанизированных и с большим процентом вакцинированных. Такие результаты полностью противоположны результатам, представленным в работе [1]. При этом доля вакцинированных в странах мира находилась в прямой корреляционной связи с ИЧР ($r = 0,835$; $p = 0,005$) и в обратной – с долей сельского населения ($r = -0,571$; $p = 0,005$), что соответствует закономерностям, выявленным в [1] для округов США. Коэффициент летальности находился в обратной связи с долей вакцинированных

и ИЧР и в прямой связи с долей сельского населения. Это может быть обусловлено тремя факторами: снижением смертности как непосредственным эффектом вакцинации, более эффективным лечением в развитых странах, а также недоучетом инфицированности за счет более редкого выявления нетяжелых случаев заболевания и бессимптомных случаев инфицирования в менее развитых и урбанизированных странах. Разграничить эффекты этих трех факторов на основе имеющихся данных не представляется возможным.

Рассогласование оценок корреляционных связей, полученных в исследовании [1] и приведенных в таблице 2, может быть связано с тем, что США относятся к числу стран с очень высоким (ОВ) ИЧР (ИЧР $\geq 0,8$). Таких стран, по классификации ООН, было 66. В это число попадают и США, и Россия. Нельзя исключить, что тенденции, характерные для этой группы стран, отличаются от тех, которые характерны для стран с более низким ИЧР. В этом случае, если проводить анализ без разграничения стран по ИЧР, результаты будут отражать тенденцию, свойственную наиболее многочисленной группе, а особенности малочисленной группы могут оказаться закамуфлированы. Также можно предположить, что в странах с ОВ ИЧР, к которым относятся и Россия, лучше качество вакцин.

В таблице 3 приведены коэффициенты корреляции показателей эпидемической ситуации с уровнем вакцинации, ИЧР и долей сельского населения для стран с ОВ уровнем ИЧР и с более низкими уровнями (высокий (В) – $0,7 \leq \text{ИЧР} < 0,8$, 53 страны; средний (С) – $0,55 \leq \text{ИЧР} < 0,7$, 37 стран; низкий (Н) – $\text{ИЧР} < 0,55$, 36 стран). Поскольку из таблицы 2 видно, что коэффициенты корреляции с исследуемыми факторами мало различаются

Таблица 2. Ранговые коэффициенты корреляции показателей инфицированности и смертности от COVID-19 на 15.12.2021 с долей полностью вакцинированных, ИЧР и долей сельского населения в странах мира
Table 2. Rank correlation coefficients of infection and mortality rates from COVID-19 as of 12/15/2021 with the proportion of fully vaccinated, HDI and the proportion of the rural population in the countries of the world

Показатели эпидемической ситуации Indicators of epidemic situation	% вакцинированных полностью Fully vaccinated, %		ИЧР Human Development index (HDI)		Доля сельского населения Rural population, %	
	R	p	R	p	R	p
Новых случаев всего, 1/млн Total cases, 1/mln.	0,437	<0,0005	0,739	<0,0005	-0,511	<0,0005
Новых случаев за сутки, 1/млн Cases per day, 1/mln.	0,387	0,001	0,650	<0,0005	-0,382	<0,0005
Новых случаев за сутки (сгл.) 1/млн Cases per day (smoothed), 1/mln.	0,384	0,001	0,703	<0,0005	-0,418	<0,0005
Всего смертей 1/млн Total deaths, 1/mln.	0,328	0,004	0,617	<0,0005	-0,391	<0,0005
Количество смертей в день, 1/млн Deaths per day, 1/mln.	0,380	0,001	0,531	<0,0005	-0,228	0,002
Количество смертей (сгл.) в день, 1/млн Deaths per day (smoothed), 1/mln.	0,280	0,015	0,604	<0,0005	-0,284	<0,0005
Коэффициент смертности от инфекций IFR, %	-0,265	0,023	-0,332	<0,0005	0,308	<0,0005

Таблица 3. Ранговые коэффициенты корреляции показателей инфицированности и смертности от COVID-19 на 15.12.2021 с долей полностью вакцинированных, ИЧР и долей сельского населения в странах мира в зависимости от уровня ИЧР

Table 3. Rank correlation coefficients of covid-19 infection and mortality rates as of 12/15/2021 with the proportion of fully vaccinated, HDI and proportion of the rural population in the countries of the world depending on the level of HDI

Фактор Factor	Показатель эпидемической ситуации Indicators of epidemic situation	ИЧР: ОВ HDI: Very High		ИЧР: В, С, Н HDI: High, Middle or Low	
		R	p	R	p
Вакцинированных полностью, % Fully vaccinated, %	Новых случаев всего, 1/млн Total cases, 1/mln.	-0,351	0,053	0,614	<0,0005
	Новых случаев за сутки, 1/млн Cases per day, 1/mln.	-0,212	0,252	0,394	0,012
	Смертей всего, 1/млн Total deaths, 1/mln.	-0,557	0,001	0,574	<0,0005
	Смертей за сутки, 1/млн Deaths per day, 1/mln.	-0,488	0,005	0,426	0,006
	IFR, %	-0,444	0,012	-0,086	0,596
ИЧР HDI	Новых случаев всего, 1/млн Total cases, 1/mln.	-0,011	0,930	0,743	<0,0005
	Новых случаев за сутки, 1/млн Cases per day, 1/mln.	0,420	0,000	0,573	<0,0005
	Смертей всего, 1/млн Total deaths, 1/mln.	-0,252	0,045	0,778	<0,0005
	Смертей за сутки, 1/млн Deaths per day, 1/mln.	0,045	0,724	0,555	<0,0005
	Коэффициент смертности от инфекций IFR, %	-0,264	0,035	-0,005	0,960
Доля сельского населения, % Rural population, %	Новых случаев всего, 1/млн Total cases, 1/mln.	0,299	0,016	-0,480	<0,0005
	Новых случаев за сутки, 1/млн Cases per day, 1/mln.	0,312	0,011	-0,307	0,001
	Смертей всего, 1/млн Total deaths, 1/mln.	0,454	0,000	-0,440	<0,0005
	Смертей за сутки, 1/млн Deaths per day, 1/mln.	0,585	0,000	-0,333	<0,0005
	IFR, %	0,323	0,009	0,077	0,415

для сглаженных и исходных показателей инфицированности и смертности, в таблице 3 и далее приводятся результаты анализа только для сглаженных показателей суточного прироста инфицированности и смертности.

Результаты корреляционного анализа согласуются с гипотезой о том, что характер взаимосвязей между показателями эпидемической ситуации и их потенциальными социально-экономическими детерминантами в странах с неодинаковым уровнем развития человеческого потенциала может различаться вплоть до противоположной направленности. Для стран с ОВ ИЧР, к числу которых относится Россия, уровень вакцинации находится в обратной корреляционной связи со смертностью, что совпадает с результатами исследования [1] для округов США, а также с IFR. Коэффициенты корреляции уровня вакцинации с числом выявленных случаев инфицирования, как суммарные к 15.12.2021,

так и к суточному на эту дату, также отрицательны, хотя их уровень значимости и не достигает критического. Доля сельского населения находится в прямой корреляционной связи со всеми показателями эпидемической ситуации, как и в исследовании [1]. Таким образом, закономерности, выявленные для округов США, характерны и для стран с наивысшим уровнем ИЧР. В отличие от них, в странах с более низким ИЧР коэффициенты корреляции инфицированности и смертности с уровнем вакцинации положительны и близки к соответствующим значениям, представленным в таблице 2, а коэффициенты корреляции с долей сельского населения отрицательны. Общей для обеих групп стран является единственная закономерность – прямая связь ИЧР с уровнем суточной смертности на 15.12.2021. При этом медианные значения инфицированности и смертности тем выше, чем выше уровень ИЧР, а IFR минимален при ОВ ИЧР

Таблица 4. Медианные значения показателей эпидемической ситуации и парные сравнения по критерию Краскела-Уоллиса для стран с различными уровнями ИЧР

Table 4. Median values of indicators of the epidemic situation and pair comparisons according to the Kruskal–Wallis criterion for countries with different levels of HDI

	Уровень ИЧР HDI Level	Новых случаев всего, 1/млн Total cases, 1/mln.	Новых случаев за сутки, 1/млн Cases per day, 1/mln.	Смертей всего, 1/млн Total deaths, 1/ mln.	Смертей за сутки, 1/млн Deaths per day, 1/ mln.	IFR, %
Медианы Medians	OB Very High	108 455	280,1	1 411	1,57	1,22
	B High	59 381	44,3	1 097	0,82	2,17
	C Middle	10 422	4,4	173	0,08	1,75
	H Low	2 242	2,2	34	0,01	2,13
p	OB – B Very High - High	0,006	0,002	1,000	0,238	<0,0005
	OB – C Very High - Middle	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,011
	OB – H Very High - Low	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001
	B – C High – Middle	0,001	0,002	<0,0005	0,001	1,000
	B – H High – Low	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	1,000
	C – H Middle - Low	0,186	1,000	0,058	1,000	1,000

и не имеет достоверных различий для всех остальных уровней ИЧР (табл. 4). По показателям смертности – суммарной и суточной – группа стран с В ИЧР не отличается от группы ОВ, однако за счет более низкой инфицированности имеет более высокий уровень летальности.

Обсуждение

Результаты исследования не подтвердили гипотезу об однозначно позитивном влиянии вакцинации на величину ущерба от COVID-19 в странах мира, поскольку более высокая инфицированность и смертность имели место в целом ряде стран с большим процентом вакцинированных.

Характер корреляционных связей между уровнем вакцинации и параметрами эпидемической ситуации неодинаков для стран с разным уровнем развития человеческого потенциала. Обратная корреляционная связь уровня вакцинации со смертностью, а также (хотя и менее явно выраженная) с инфицированностью, была выявлена только для стран с наивысшим уровнем ИЧР. Такой же характер корреляционных связей был установлен в исследовании [1] для округов США – страны с ОВ ИЧР. В наиболее развитых странах эффективность вакцинации может быть повышена

по сравнению с менее развитыми странами за счет лучшего планирования и организации вакцинации, более строгого контроля за качеством вакцин, более правильного поведения в поствакцинальный период и, наконец, просто за счет лучшего качества применяемых вакцин. Кроме того, высокий уровень жизни сопряжен с лучшим состоянием популяционного здоровья, интегральный показатель которого – ожидаемая продолжительность жизни – является одной из компонент, используемых при расчетах ИЧР. Две другие компоненты ИЧР – уровень образования и уровень национального дохода на душу населения. Более высокий уровень этих компонент также может способствовать эффективности любых медицинских вмешательств, в том числе и вакцинации.

Для стран с более низким уровнем ИЧР связи уровня вакцинации с инфицированностью и смертностью были прямыми. Сходный пример не только нелинейной, но и немонотонной связи показателей популяционного здоровья с уровнем развития стран мира был исследован в работе [5], посвященной анализу связей уровня развития с ожидаемой продолжительностью здоровой жизни и болезней. Было показано, что ожидаемая продолжительность здоровой жизни (по данным ВОЗ) находилась

в прямой корреляционной связи с ИЧР для всех его уровней (высокого, среднего и низкого). Однако ожидаемая продолжительность болезней достоверно снижалась с ростом ИЧР только для самого высокого уровня, для более низких уровней ИЧР она увеличивалась с ростом ИЧР. Такие результаты свидетельствуют о том, что эффективность управления популяционным здоровьем – как за счет вакцинации, так и за счет повышения общего качества жизни – может резко различаться в странах с неодинаковым уровнем развития.

Выявленная отрицательная корреляция инфицированности и смертности с долей сельского населения в странах с высоким, средним и низким уровнем ИЧР указывает на то, что образ жизни, в частности, интенсивность коммуникаций, в этой группе стран может оказывать на эпидемический процесс не менее значительное влияние, чем вакцинация. В странах с максимально высоким уровнем развития корреляционная связь инфицированности и смертности с долей сельского населения, наоборот, прямая. Возможно, это связано, как показано в исследовании [1], с меньшей приверженностью к вакцинации в сельских регионах или же с меньшей доступностью вакцинации.

Доля вакцинированных в странах мира находилась в прямой корреляционной связи с ИЧР и в обратной с долей сельского населения. Уровни инфицированности и смертности были тем выше, чем выше уровень ИЧР. Такой результат показывает, что уровень жизни не является однозначно положительной детерминантой популяционного здоровья. В странах с высоким уровнем дохода и «западным стилем жизни» высока доля населения, ведущего нездоровый образ жизни, а также доля пожилого населения. Для этих групп характерна повышенная чувствительность к любым неблагоприятным внешним факторам.

Индекс летальности находился в обратной корреляционной связи с уровнем вакцинации только в странах с очень высоким уровнем развития, для прочих групп стран связь между этими показателями была недостоверна. Возможно, в этих странах эпидемическая ситуация складывается под влиянием противоположно действующих факторов. С одной стороны, в более развитых странах выше доля городского населения, а соответственно, плотность населения и риск заражения, но в этих странах более доступна и эффективна медицинская помощь.

Настоящее исследование базировалось на заслуживающих доверие официальных мировых данных об эпидемии COVID-19, агрегированном социально-экономическом показателе (ИЧР) и демографическом показателе (доля сельского населения) для стран, включенных в рассмотрение, а также на современных корректных методах математической статистики, что позволяет говорить о надежности полученных статистических результатов обработки этих данных. Однако при всем при этом попытка содержательной интерпретации

этих результатов продемонстрировала их контринтуитивность, неоднозначность и невозможность получения надежного ответа на ключевые вопросы эпидемиологии COVID-19: «Эффективна ли вакцинопрофилактика от COVID-19, и если «да», то насколько эффективна?»; «Какие факторы влияют на эффективность вакцинопрофилактики и можно ли ими управлять, чтобы повысить ее эффективность?».

Имеющийся у авторов опыт анализа сложных эпидемиологических процессов показывает принципиальную важность полноты исходных данных для получения надежных выводов об исследуемых причинно-следственных связях. Так, например, анализ данных созданной в свое время в СССР системы ОГИЗ «Здоровье» о влиянии загрязнений окружающей среды на здоровье населения, основанный только на показателях загрязненности и здоровья в 200 городах страны привел к статистически достоверным выводам о том, что «чем выше уровень загрязненности, тем выше уровень здоровья». Этот контринтуитивный вывод объяснялся недоучетом в анализе социально-экономических и демографических характеристик исследуемых объектов. Эти ошибки учтены и исправлены при создании современной системы социально-гигиенического мониторинга. Анализ, проведенный авторами для всех субъектов Российской Федерации [6], подтвердил значимость, а также неоднозначный характер связи показателей заболеваемости и смертности с уровнями социально-экономического и промышленного развития.

Что же касается поисков ответа на сформулированные выше ключевые вопросы эпидемиологии COVID-19, то нужно идти по пути повышения уровня полноты анализа, т.е. учета в анализе более широкого набора детерминирующих эту эпидемию эпидемиологических, социально-экономических и демографических факторов, в частности: показателей эффективности лечения, в том числе с учетом степени тяжести заболевания, интенсивности коммуникаций инфицированных, вакцинированных и переболевших, недоучета инфицированных и других погрешностей регистрации параметров эпидемической ситуации и др. Поэтому одним из выводов настоящего исследования следует считать необходимость создания банка эпидемиологических данных, отвечающего критерию полноты данных, т.е. представляющего все значимые факторы, детерминирующие эпидпроцесс. Создание такого банка позволит более эффективно управлять эпидпроцессами COVID-19 и других инфекционных заболеваний.

Заключение

В целом результаты исследования показали, что распространенность COVID-19 и смертность от этого заболевания в странах мира не имеет однозначной связи с долей вакцинированного населения.

Original Articles

Характер корреляционных связей между уровнем вакцинации и параметрами эпидемической ситуации неодинаков для стран с разным уровнем развития человеческого потенциала. На результативность вакцинации может влиять ряд факторов социально-экономического плана, в том

числе интегральный уровень развития и уровень урбанизации. Обратная корреляционная связь между охватом вакцинацией смертностью и инфицированностью была выявлена только для стран с очень высоким уровнем человеческого развития.

Литература

1. Ensheng Dong and Lauren Gardner. The relationship between vaccination rates and COVID-19 cases and deaths in the USA. <https://systems.jhu.edu/research/public-health/covid-19-vaccine/> Досмун 26.10.2021.
2. <https://covid.ourworldindata.org/data/owid-covid-data.xlsx> Досмун 16.12.2021
3. http://hdr.undp.org/sites/default/files/2020_statistical_annex_all.xlsx Досмун 24.01.2022.
4. <http://api.worldbank.org/v2/en/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?downloadformat=excel> Досмун 04.09.2020.
5. Смирнова Т.М., Крутько В.Н. Развитие человеческого потенциала: тенденции, проблемы мониторинга и управления. Труды ИСА РАН. 2009; 42: 155-173.
6. Смирнова Т.М., Мельниченко П.И., Прохоров Н.И., Крутько В.Н. Об информативности экологического рейтинга регионов Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2019; 98(12): 1222-1227. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1222-1227.

References

1. Ensheng Dong and Lauren Gardner. The relationship between vaccination rates and COVID-19 cases and deaths in the USA. <https://systems.jhu.edu/research/public-health/covid-19-vaccine/> Accepted at 10/26/2021.
2. <https://covid.ourworldindata.org/data/owid-covid-data.xlsx> Accepted at 12/16/2021.
3. http://hdr.undp.org/sites/default/files/2020_statistical_annex_all.xlsx Accepted at 01/24/2022.
4. <http://api.worldbank.org/v2/en/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?downloadformat=excel> Accepted at 09/04/2020.
5. Smirnova TM, Krutko VN. Human Development: Trends, Monitoring and Management Challenges. Trudy instituta sistemnogo analiza rossiyskoy akademii nauk (ISA RAN). 2009; 42: 155-173. (In Russ.).
6. Smirnova TM, Melnichenko PI, Prokhorov NI, Krutko VN. How the environmental rating of the regions of the Russian Federation is informative? Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal) 2019; 98(12): 1222-1227. (In Russ.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1222-1227.

Об авторах

- **Татьяна Михайловна Смирнова** – главный специалист, ФИЦ ИУ РАН. +7 (962) 992-83-57, smirnova.tatyana@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8679-4934>.
- **Вячеслав Николаевич Крутько** – заведующий отделом, ФИЦ ИУ РАН. +7 (903) 184-34-44, krutkovn@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2779-8775>.
- **Олег Владимирович Митрохин** – заведующий кафедрой, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова. +7 (929) 625-30-36, mov1163@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6403-0423>.
- **Николай Иванович Брико** – д. м. н., профессор, директор Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, заведующий кафедрой эпидемиологии и доказательной медицины ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) Минздрава России. +7 (499) 284-04-13, nbriko@mail.ru. ORCID 0000-0003-4552-5022.

Поступила: 28.12.2022. Принята к печати: 15.02.2023.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Authors

- **Tatyana M. Smirnova** – Chief Specialist, FRC CSC RAS. +7 (962) 992-83-57, smirnova.tatyana@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8679-4934>.
- **Vyacheslav N. Krut'ko** – Head of Department, FRC CSC RAS. +7 (903) 184-34-44, krutkovn@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2779-8775>.
- **Oleg V. Mitrokhin** – Head of Department, Sechenov University. +7 (929) 625-30-36, mov1163@yandex.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6403-0423>.
- **Nikolay I. Briko** – Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of the Institute of Public Health named after F.F. Erisman, Head of the Department of Epidemiology and Evidence-Based Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenovskiy University). +7 (499) 284-04-13, nbriko@mail.ru. ORCID 0000-0003-4552-5022.

Received: 28.12.2022. Accepted: 15.02.2023.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.