

УДК: 578.4;614.7

**ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА
ВОЗМОЖНОСТЬ РАСШИРЕНИЯ ПАНДЕМИИ COVID-19****Мануйлов Михаил Борисович**

старший научный сотрудник, кандидат технических наук

Украина, г. Харьков

manuilov.michael@gmail.com**Мартынов Артур Викторович**

Лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники

профессор, доктор фармацевтических наук

Украина, г. Харьков

imiamn@gmail.com**Осолодченко Татьяна Павловна**

старший научный сотрудник, кандидат биологических наук

Украина, г. Харьков

imi_lbb@ukr.net**Московкин Владимир Михайлович**

доктор географических наук, директор Центра развития публикационной активности

профессор кафедры мировой экономики

Белгородского государственного национального исследовательского университета

Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85, 308015

moskovkin@bsu.ru**Аннотация**

В статье, на основе изученных причин микробиологической обсемененности городских загрязнений, рассматриваются возможные пути бытового инфицирования жителей городов вирусами SARS-CoV-2: при контактах людей с зараженной водой рекреационных объектов; аэрогенном инфицировании населения вирусами, содержащимися в пылинках городских аэрозолей и воздушно-капельном заражении людей искусственными туманами фонтанов и промышленных кондиционеров.

Ключевые слова: люди-носители вирусов SARS-CoV-2; городские загрязнения; поверхностный сток; водные объекты; инфицированная пыль; аэрогенное заражение; обратное водоснабжение; искусственные туманы; воздушно-капельное заражение.

EFFECTS OF POLLUTION IN URBANIZED AREAS ON THE POSSIBILITY OF EXPANDING THE COVID-19 PANDEMIC

Mikhail B. Manuilov

Senior Research Fellow, PhD in Engineering/Technical Sciences

Ukraine, Kharkiv

manuilov.michael@gmail.com

Artur V. Martynov

Laureate of the State Prize of Ukraine in Science and Technology

Professor, D.Sc. in Pharmaceutical Sciences

Ukraine, Kharkiv

imiamn@gmail.com

Tatiana P. Osolodchenko

Senior Research Fellow, PhD in Biology

Ukraine, Kharkiv

imi_lbb@ukr.net

Vladimir M. Moskovkin

D.Sc. in Geography, Director of Centre for the Development of the Publication Activity

Professor of World Economy Department

Belgorod State National Research University

Russia, Belgorod, 85 Pobedy St., 308015

moskovkin@bsu.ru

ABSTRACT

In the article, based on the studied causes of microbiological contamination of urban pollution, possible ways of domestic infection of urban dwellers with SARS-CoV-2 viruses were examined by people's exposure to polluted water of recreational facilities, aerogenic infection of population with viruses contained in dust particles of urban aerosols and airborne contamination of people with artificial fog water fountains and industrial air conditioners.

Key words: human carriers of SARS-CoV-2 viruses, urban pollution, surface runoff, water bodies, infected dust, aerogenic contamination, recycling water supply, artificial fogs, airborne contamination.

ВВЕДЕНИЕ

На городских территориях в периоды между дождями происходит постоянное формирование и накопление твердых частиц, называемых дорожными или городскими загрязнениями [1,2]. Размер частиц загрязнений находится в диапазоне от долей мкм до 1500-2000 мкм, а их нагрузки составляют: от 50-80 г/м² при бордюрной зоны (районы с регулярной уборкой дорожных покрытий) до 1200 г/м² (промышленные зоны и окраины городов) [1,2]. Объемы выносимого поверхностным стоком (дождевым и талым) дорожных загрязнений с одного усредненного гектара городов с населением более 100 тысяч человек составляют [3]: взвешенных вещества — 5110 кг/год; органических веществ, по биологическому потреблению кислорода (полному) — 290 кг/год; нефтепродуктов 90

кг/год и так далее. На частичках дорожных загрязнений с размерами <100 мкм сорбировано 99,9% ионов тяжелых металлов, 98% нефтепродуктов, 86% органических веществ [1,2], и именно частички данных размеров подвержены максимальному микробиологическому обсеменению (до 60%) [4], что обусловлено их высокой суммарной поверхностью [1,2]. Микробиологическое заражение городских загрязнений крайне разнообразно, проведенные исследования [4-9] показывают постоянное присутствие бактерий группы кишечной палочки (БГКП), микобактерий туберкулеза, кокковых форм бактерий, плесневых и дрожжевых грибов, вирусов гепатита В, вирусов герпеса и других патогенов. Поэтому можно утверждать: в дорожных загрязнениях представлены практически все виды микроорганизмов, носители которых живут в городах.

Частички, содержащие более 95% микроорганизмов (размеры – от долей мкм до 250 мкм) имеют развитые поверхности и их происхождение [8,10]: частицы почвы; осадимые аэрозоли неорганического происхождения и сажа; продукты истирания шин о дорожные покрытия; продукты разрушения кала людей, домашних и бродячих животных (сегментирование происходит при обезвоживании кала под действием температуры и ветра); продукты разрушения дорожных покрытий. Частицы городских загрязнений хотя и накапливаются преимущественно в при бордюрных зонах (80-85%), но все же находятся и на всех водонепроницаемых поверхностях городов (дорогах, тротуарах, площадках, площадях и так далее) – 15-20% [1,2]. Скорость накопления объемов фракции городских загрязнений (размер частичек <250 мкм) для различных районов городов различна – происходит перенос частиц ветром с одного городского участка на другой [11,12]; осуществляется их перераспределение транспортными потоками [13,14]. На поверхностях автомобилей, преимущественно днищах и колесах, частички из санитарно неблагоприятных районов попадают на убираемые центральные улицы. В таблице 1 приведен усредненный гранулометрический состав загрязнений центральной зоны г. Харькова [2,15], для которого характерна средняя нагрузка 198 г/м² при бордюрной зоны.

Таблица 1. Усредненное распределение частиц городских загрязнений по фракциям

№	Диапазон размеров частиц, мкм	Весовое распределение частиц по фракциям, %
1	Менее 40	0,49
2	40-75	1,71
3	75-100	5,83
4	100-125	8,98
5	125-150	11,80
6	150-250	22,97
7	250-500	33,22
8	500-1000	11,35
9	Более 1000	3,65

Исходя из современных знаний о пандемии Covid-19 можно предположить: вирусы SARS-CoV-2 могут сохранять жизнеспособность в частичках городских загрязнений длительное время. Так в материалах исследований [16] указывается, что на поверхности пластика период жизни вирусов составляет 72 часа, на стальных и медных поверхностях, соответственно, 48 и 4 часа, на картонных - 24 часа. В работе [17] приведен обзор четырех исследований по этой проблеме, со ссылкой на работу [16]. Дано сравнение со старыми

работами 2010 и 2015 гг., в которых время жизни других видов коронавируса на такого же рода поверхностях не превышало 5-9 суток.

Рассмотрим пути заражения частичек городских загрязнений вирусами SARS-CoV-2:

1. Если в городах есть больные Covid-19, то при чиханье или кашле людей-носителей вирусов только ничтожная часть капелек участвует в инфицировании людей, основной их объем оседает на поверхностях дорог, тротуаров, площадок и так далее (опять же, только очень небольшой объем капелек заражает перила, дверные ручки и тому подобные поверхности). Попав на дороги, тротуары или площади капельки обволакивают находящиеся на них частички городских загрязнений, что совершенно естественный процесс. Поэтому формирование зараженных SARS-CoV-2 частичек вполне реально, например, аналогичный процесс происходит с микобактериями туберкулеза [10]. На поверхности тротуаров, дорог и площадок так же попадает слюна и мокроты носителей SARS-CoV-2, когда люди на них плюют или сморкаются (существует часть населения городов с низкой санитарной культурой). Естественно происходит заражение частичек по алгоритму приведенному выше. Вирусы SARS-CoV-2 могут находиться в порах, трещинках и складках частичек городских загрязнений, имеющих, как отмечалось выше, сложные и развитые поверхности. По крайней мере, заметной разницы в росте кишечных бактерий, при помещении в питательную среду частиц загрязнений, обработанных и не обработанных ультрафиолетом, не наблюдалось [10]. Соответственно можно предположить: большая часть вирусов, содержащихся в городских загрязнениях защищены от ультрафиолетового спектра солнечного света, а высыхание клеток с SARS-CoV-2 в частичках, например, почвы, происходит на много медленнее, чем при нахождении вирусов на различных поверхностях – пластмассе, картоне или других.

2. Можно внести предположение – если число заболевших Covid-19 в городах исчисляется тысячами людей, то вероятность присутствия среди групп риска (бездомных, наркоманов и людей подобного статуса) граждан инфицированных SARS-CoV-2 высока (хотя официальных данных о их численности нет). В данной ситуации, помимо заражения городских загрязнений при чиханье и так далее (о чем говорилось выше), есть еще один риск. Данная категория граждан естественные потребности справляет на городских территориях в самых неожиданных местах (общественных туалетов в городах Украины мало и они платные). Согласно исследованиям [18] в кале больных Covid-19 содержатся вирусы SARS-CoV-2. Кал, под действием температуры окружающей среды и ветра, обезвоживается формируя пористые частички размерами 100-200 мкм, имеющие плотность $0,8 \text{ г/см}^3$, которые ветром переносятся на значительные расстояния. Частички имеющие размеры 150-200 мкм, по расчетам переносятся на расстояния до 20-25 км, а в материалах [19] указывается на перенос пыли (частичками почвенного происхождения) бактерий легионелл до 30 км. Влияние данного фактора является системным, по крайней мере бактериологические исследования городских загрязнений и аэрозолей обязательно подтверждают присутствие БГКП [8,10]. В исследованиях [20] доказано присутствие вирусов SARS-CoV-2 в моче людей-носителей инфекции, что безусловно приводит к заражению частичек городских загрязнений, по причинам приведенным выше. Объемы зараженных SARS-CoV-2 частичек, участвующих в формировании городских загрязнений, находятся в зависимости от численности групп риска и процента заболевших Covid-19 среди них. Вирусы находящиеся в продуктах разрушения кала защищены от ультрафиолетового спектра солнечного света и от других факторов, влияющих на их жизнеспособность.

Цель работы – изучение влияния загрязнений городских территорий, с высокой вероятностью содержащих вирусы SARS-CoV-2, на формирование путей бытового

инфицирования населения, которые могут являться или уже стали причиной расширения пандемии Covid-19 в ряде стран.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Поверхностный дождевой сток, речной сток и сточные воды

При выпадении осадков происходит смыв накопившихся за период между дождями городских загрязнений в водные объекты образующимся поверхностным стоком [2,9]. Поверхностный дождевой сток по классификации относится к сточным водам, близким по химическому и микробиологическому составам к разбавленным хозяйственно-бытовым стокам [3]. При дожде слоем ≥ 10 мм выносятся около 100% частиц дорожного смета с размерами ≥ 250 мкм [2,9]. Если водные объекты относятся к рекреационным и находятся в непосредственной близости от городов, то во многих случаях, после выпадения дождей, происходит закрытие пляжей из-за нарушения микробиологических показателей воды (контролируются БГКП) [21,22]. По исследованиях эквадорских ученых [23] показано, что жизнеспособность вирусов в речных объектах, находящихся в пределах урбанизированных территорий, может составлять 14 суток. Отмечается, что плохая очистка бытовых фекальных вод, в которых и фиксируются максимальные концентрации SARS-CoV-2, приводила к значительным их концентрациям в пределах рек города Кито в течении 14 суток после сброса сточных вод с очистных станций. Делается вывод, что для стран с плохой санитарной очисткой сточных вод пресноводные водоемы с большой вероятностью могут быть источниками передачи вирусов [23]. По всей видимости предполагается, что заражение может произойти при контакте вирусов со слизистыми оболочками органов дыхания людей и конъюнктиву глаза или через желудочно-кишечный тракт.

Очевидно, что аналогичная вирусная ситуация имеет место и для городского поверхностного стока, который очень редко подвергается очистке и по своей загрязненности близок к хозяйственным сточным водам [3].

С другой стороны, для развитых стран с хорошей санитарной очисткой сточных вод риски заражения не так велики. Так, в сточных водах, сбрасываемых с очистных сооружений города Милана, живучесть SARS-CoV-2 составляла 6-8 часов при температуре от 15 до 20 градусов по Цельсию. Делается вывод на отсутствие санитарных и экологических рисков заражения Covid - 19 в речных водах [24].

Инфицированная пыль

Воздушные бассейны городов постоянно загрязняются аэрозолями промышленного, транспортного, эрозионного и вторичного происхождения [8,11,15,25]. В теплый период года усредненные потоки аэрозолей всех видов в городах составляют 2,1-3,2 г/м² в сутки [1,2,15]. Микроорганизмы содержатся только в аэрозолях вторичного происхождения – частичках городских загрязнений размерами не превышающими 120 мкм (доминирует спектр от долей мкм до 67,5 мкм), которые с поверхностей дорог, тротуаров и площадей под действием ветра или под действием воздушных потоков, создаваемых движущимися транспортными средствами, переходят во временное взвешенное состояние, участвуя в загрязнении воздушного бассейна [1,2,7,25]. Под определение вторичных аэрозолей подпадают и аэрозоли эрозионного происхождения – частички почвы выносимые ветром с не застроенных территорий (грунтовых дорог, тропинок, пустырей, строительных площадок и так далее) [1,2,8], к ним же можно отнести обезвоженные продукты жизнедеятельности людей из групп риска, домашних и бродячих животных урбанизированных территорий (частички кала) [8,18]. Вторичные аэрозоли проходя многочисленные циклы: осаждение на поверхности (дороги, тротуары, площади, площадки и так далее) – с последующим переходом во временное взвешенное состояние, аккумулируют в себе большинство видов микроорганизмов, носители которых проживают

в городах. Необходимо отметить: вторичные аэрозоли состоящие из частиц почвы или обезвоженного кала находясь на дорожных покрытиях, под действием транспортных потоков разрушаются и измельчаются, формируя частички во много раз меньшего размера, чем было их первоначальное состояние. Например, единичные фрагменты почв чернозема имеют размеры 100-110 мкм [26], а обезвоженного кала 100-200 мкм, хотя БГКП в основном переносятся с частицами <40 мкм. Содержание пыли в приземном слое воздуха городов зависит от многих факторов: объемов транспортных потоков, работы предприятий, метеорологических условий (скорости ветра, влажности, температуры воздуха и других показателей), времени от начала периода накопления городских загрязнений до выпадения дождей (после выпадения дождей происходит как бы обнуление - воздух очищается от пыли, а поверхностный сток выносит в водные объекты накопившиеся загрязнения) и так далее. Но и в периоды между дождями так же есть факторы способствующие снижению содержания аэрозолей (пыли и дыма) в воздухе: пылинки сорбируются на поверхностях листьев городских деревьев и кустарников; осаждаются на лужайки, газоны и другие участки с травяным покровом; задерживаются в процессе очистки воздуха фонтанами и кондиционерами; часть временно осевших аэрозолей выбывает в процессе проведения уборки дорог. Тем ни менее концентрации пыли в воздухе, по мере увеличения периода между дождями, возрастают. Есть и еще одна причина влияющая на снижение запыленности приземного слоя воздуха – при дыхании каждый человек вместе с воздухом вдыхает и аэрозоль, которая (в основном) задерживается в верхних дыхательных путях. Таким образом каждый человек, в среднем, «очищает» от пыли и дыма 10 литров воздуха в минуту [27,28]. Если вторичные аэрозоли инфицированы вирусами SARS-CoV-2, то какие могут быть последствия? Для ответа на этот вопрос рассмотрим усредненный спектр частичек городских аэрозолей (табл. 2) [2,15].

Таблица 2. Усредненный спектр аэрозолей для центральной части г. Харькова (Украина)

№	Средний диаметр частиц, мкм	Усредненный спектр частиц, %
1	2,6	21,47
2	7,5	14,47
3	12,5	10,81
4	17,5	8,86
5	22,5	7,47
6	27,5	6,39
7	32,5	5,41
8	37,5	4,48
9	42,5	3,60
10	47,5	3,50
11	52,5	2,57
12	57,5	2,21
13	62,5	1,75
14	67,5	1,54
15	72,5	1,29
16	77,5	1,13
17	82,5	0,98

18	87,5	0,82
19	92,5	0,69
20	97,5	0,51
21	102,5	0,05

Спектр аэрозолей доминирующий в процессе загрязнения приземного слоя воздуха имеет диапазон размеров от долей мкм до 67,5 мкм и составляет 94,53% от общего числа частичек пыли.

Микробиологическое заражение городских аэрозолей можно проиллюстрировать результатами анализов приведенных в таблице 3 (натурные исследования проводились в центральной зоне г. Харькова, сентябрь 2019 г.). Методика проведения исследований: аэрозоли собирались в емкости сбора частичек пыли и дыма имеющей цилиндрическую форму (высота 200 мм, диаметр 100 мм). Перед установкой поверхности емкости сбора дезинфицировались. Емкость размещалась на высоте 1,5 метров от поверхности земли (методика определения потоков аэрозолей приведена в [2,15]), период накопления аэрозолей составлял 22 суток. Накопившиеся в емкости частички исследовались на микробиологический состав. Для забора материала использовали стерильные тампоны, которые в течение 1-го часа доставлялись в лабораторию. Образцы помещались в питательный бульон и через 10 минут высевались на твердые питательные среды (Кровяной питательный агар, среда Эндо, агар Сабуро, Солевой агар, Хромогенный агар). Следующий посев проводился через 4 часа. Учет выросших колоний на питательных средах осуществлялся через 24 и через 48 часов.

Таблица 3. Микробиологическая характеристика аэрозолей г. Харькова

Микроорганизмы	Количество микроорганизмов, КОЕ/см		
	Через 10 минут	Через 24 часа	Через 48 часов
E.colilac+	Единичные колонии	10 ⁵	10 ⁶
E. coli lac-	Единичные колонии	10 ⁵	10 ⁶
E. coli не ферментирующие	Единичные колонии	10 ⁵	10 ⁶
Enterococcus sp	Не выделялись	10 ⁴	10 ⁶
S.aureus	Не выделялись	10 ³	10 ⁶
S.epidermidis	Не выделялись	10 ⁴	10 ⁵
Candida spp.	Не выделялись	10 ⁴	10 ⁵
Enterobacter spp.	Единичные колонии	10 ⁵	10 ⁶
Proteus mirabilis	Не выделялись	10 ⁵	10 ⁶
Грибы плесневые	Не выделялись	10 ⁴	10 ⁵

Результаты: через 10 минут после забора материала и культивирования в питательном бульоне были обнаружены единичные колонии кишечной флоры. Через 24 часа количество микроорганизмов увеличивалось на несколько порядков и составляло 10⁴-10⁵ КОЕ/см³, при этом видовой спектр расширился и были выделены кокковые формы и грибы. Приведенные результаты анализов и материалы опубликованные в [4,8,9,10]

позволяет утверждать: городские аэрозоли приземного слоя воздуха обязательно являются инфицированными бактериями, вирусами и грибами.

По всей видимости полученные результаты могут косвенно указывать на вероятность присутствия вирусов SARS-CoV-2 в аэрозолях, так как наиболее вероятный источник БГКП – принесенные ветром частички кала людей группы риска (возможно больных Covid-19) и городских животных. Отметим, что в работе [29] сделано предположение, что домашняя пыль (средний размер равен 0,3 мкм), которая содержит в себе частички табачного дыма и имеет размер превышающий размер коронавируса (0,1 мкм), вполне может быть источником передачи Covid - 19 от курящих больных к другим людям, находящимся вместе с ними в прокуренных помещениях.

Рассмотрим возможность заражения населения пылью содержащей вирусы SARS-CoV-2. В материалах [27,28] отмечается, что аэрозоль с размером частичек от 1,0 до 100,0 мкм подпадает под фазу бактериальной пыли, а с размерами от 1,0 до 5,0 мкм – бактериального аэрозоля. Заражение бактериальным или вирусным аэрозолем происходит через слизистые оболочки органов дыхания, желудочно-кишечный тракт, конъюнктиву глаза, а также через открытые участки поврежденной кожи (раны). Более крупные частицы в силу тяжести и инерции осаждаются главным образом в верхних дыхательных путях. С уменьшением дисперсности частички проникают глубже. Слизистые носа и носоглотки задерживают практически все частицы аэрозоля (пыль и дым), диаметром равным или большим 10,0 мкм, и приблизительно 50% частиц, размер которых от 1,0 до 5,0 мкм [27,28], которые поступают в дистальные отделы респираторной системы и в кровь.

В виде иллюстрации действия зараженной пыли часто приводится следующий пример (табл. 4) [28].

Таблица 4. Количество клеток туляремийного микроба, соответствующее летальной дозе для 50% животных (морских свинок и обезьян), подвергнутых действию зараженного аэрозоля

Диаметр частиц, мкм	Количество клеток в аэрозоле (пыли), единиц	
	Морская свинка	Обезьяна
1,0	2,5	17,3
6,5-6,9	6460	240
11,5-12,0	19600	550
19,0-22,0	170000	3750

Аэрогенное заражение людей происходит аналогично заражению приматов, что объясняется близостью фильтрующей способности верхнего отдела респираторного тракта. Оценить уровень опасности для населения частичек вторичных аэрозолей, содержащих вирусы SARS-CoV-2, крайне сложно. Безусловно в приземном воздушном слое содержится очень много пылинок с диаметрами менее 5 мкм, но какой их процент содержит вирусы SARS-CoV-2 не известно. Еще один важный вопрос: как влияет на возможность заражения людей аккумуляция пылинок, зараженных вирусами SARS-CoV-2, в верхних дыхательных путях?

С высокой вероятностью можно утверждать: угроза заражения людей вторичными аэрозолями существует, но оценить ее вклад в развитие пандемии Covid-19, без проведения дополнительных исследований, не возможно.

Искусственные источники инфекции

В городах существуют и работают коммунальные объекты обеспечивающие очистку приземного слоя воздуха от пыли и дыма – фонтаны (снижение запыленности воздуха городов) и промышленные кондиционеры (обеспечение необходимых показателей воздуха в помещениях) с системами оборотного водоснабжения. Принцип работы фонтанов и кондиционеров одинаков: воздух, проходя через струи воды, очищается от городских аэрозолей, с формированием искусственных туманов: миллиардов капелек воды размерами от долей мкм до 50-60 мкм [30]. Естественно, что фонтаны и кондиционеры очищая миллионы кубических метров воздуха в сутки, задерживают сотни килограмм городских аэрозолей, в том числе и вторичных [31]. Поэтому воды, например, фонтанов Украины заражены БГКП, микобактериями туберкулеза [30-33] и, с высокой вероятностью, вирусами SARS-CoV-2. Многолетние исследования микробиологического заражения фонтанов г. Харькова (Украина) показывают [30-33], что уже на вторые сутки после замены воды в чашах, фонтаны содержат БГКП и микобактерии туберкулеза. Концентрации бактерий на 4-5 сутки эксплуатации фонтанов часто достигают значений 800-1200 КОЕ/л (БГКП) и порядка 100 КОЕ/мл микобактерий туберкулеза (соответствует рангу 3+ бактериовыделения у больных с открытой формой туберкулеза в фтизиатрических стационарах) [30,33].

Приведенные результаты относятся к странам, где не существует обязательного обеззараживания и очистки воды систем оборотного водоснабжения фонтанов и кондиционеров, например, к Украине и к Российской Федерации [34].

Если рассматривать возможное накопление вирусов SARS-CoV-2 в оборотных водах фонтанов, то достаточно близкий пример – это аккумуляция микобактерий туберкулеза [31,32]: 1) Микобактерии туберкулеза в воду фонтанов поступают в процессе очистки приземного слоя воздуха от пыли и дыма, в том числе и от вторичных аэрозолей (аналогично в воду могут попадать и вирусы SARS-CoV-2); 2) Микобактерии туберкулеза в воде фонтанов не размножаются, а только накапливаются и сохраняют жизнеспособность, что как известно происходит и с вирусами SARS-CoV-2 в пресной воде; 3) Обсемененные туберкулезом вторичные аэрозоли чаще всего представлены частичками почвы (для SARS-CoV-2 - частичками почвы и обезвоженного кала), которые в процессе работы фонтанов разрушаются, высвобождая микобактерии туберкулеза из частичек почвы в воду [32], возможно это относится и к вирусам; 4) Интенсивность ультрафиолетового спектра солнечного света не достаточна для разрушения туберкулезных палочек и вирусов в воде, а сама температура воды в фонтанах редко превышает +24 °С (даже при высоких температурах окружающего воздуха), что способствует сохранению жизнеспособности как микобактерий туберкулеза, так и вирусов SARS-CoV-2; 5) Накопление микобактерий туберкулеза в водах фонтанов происходит со скоростью превышающей их вынос с капельками искусственных туманов, что возможно относится и к SARS-CoV-2.

Микроорганизмы находящиеся в воде чаш, при работе фонтанов, воздушно-капельным путем инфицируют население, например, бактериями легионелл, что общеизвестно [35-38]. И если вместо, или вместе с легионеллами в капельках искусственных туманов будут находиться вирусы SARS-CoV-2, то ничего принципиально не поменяется, только люди будут заражаться (или уже заражаются) Covid-19. В системах оборотного водоснабжения кондиционеров происходят аналогичные с оборотными системами фонтанов процессы. Единственное отличие в масштабности: намного большее

людей дышат искусственными туманами кондиционеров, например, обслуживающих метро, чем туманами городских фонтанов.

ВЫВОДЫ

При решении проблемы пандемии Covid-19 надо исходить из фактов: если в городах проживают люди-носители инфекции, то обязательно происходит заражение вирусами SARS-CoV-2 городских загрязнений. Приведенный процесс вероятно формирует пути бытового инфицирования населения Covid-19, по аналогии с изученным влиянием дорожных загрязнений на эпидемиологическую ситуацию: загрязнения, содержащие БКТП, выносимые дождевым стоком в рекреационные зоны водоемов приводят к вспышкам различных кишечных заболеваний; инфицированная пыль, например, вызывает конъюнктивит; обсемененные бактериями аэрозоли заражают воды оборотных систем (фонтанов и кондиционеров), что приводит к аэрогенному инфицированию людей легионеллезом, клебсиеллезом, туберкулезом и так далее.

Вклад городских загрязнений, через возникающие пути бытового инфицирования, в расширение пандемии Covid-19 в мире пока неизвестен и ответ может быть получен только после проведения исследований.

Но, по крайней мере, один из рассмотренных вариантов – аэрогенное заражение людей городскими аэрозолями, при условии их обсемененности вирусами SARS-CoV-2, объясняет не понятные случаи заболевания Covid-19 Президентов и Глав Правительств разных стран, высокопоставленных чиновников и других людей, максимально защищенных от известных и изученных, а значит и контролируемых, путей передачи рассматриваемой вирусной инфекции.

Список литературы

1. Хват В.М., Московкин В.М., Медведев В.С., Мануйлов М.Б., Шевченко Л.П., Роненко О.П. Разработать и внедрить технологический процесс отведения и очистки поверхностного стока с застроенных территорий (промежуточный) // Отчёт о научно-исследовательской работе (НИР): ВНИИВО, № гос. регистрации 01.870084. – Харьков. – 1988. – 115 с.
2. Хват В.М., Медведев В.С., Мануйлов М.Б., Шевченко Л.П., Роненко О.П., Колова И.П. Разработать и внедрить технологический процесс отведения и очистки поверхностного стока с застроенных территорий (заключительный) // Отчёт о научно-исследовательской работе (НИР): ВНИИВО, № гос. регистрации 01.870084. – Харьков. – 1990. – 123 с.
3. Лозанский В.Р., Еременко Е.В., Кузин А.К. Методы и цели охраны вод СССР // Труды советско-американского симпозиума «Методология и практика планирования охраны вод речных бассейнов». – Харьков: ВНИИВО, 1981. – С.16-43.
4. Мануйлов М.Б., Московкин В.М., Мартынов А.В., Куковицкий Н.Н. Воздействие загрязнений, формирующихся на урбанизированных территориях, на экологическую и эпидемиологическую ситуации // Исследовано в России. – 2009. – Том 12. – С.204-228.
5. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Эколого-экономические аспекты функционирования рекреационных объектов // Вестник Харьковского государственного экономического университета. – 2001. – №4 (20). – С. 105-108.
6. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Эколого-экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий, на качество поверхностных вод // Економіка розвитку. – 2006. – №3 (39). – С. 18-23.
7. Московкин В.М., Мануйлов М.Б., Мендыгулов Ю.Д., Морозов С.В., Скрипкина С.В. Разработка и создание моделей эколого-экономического прогноза

- (методологические аспекты проведения экологического мониторинга и экологической экспертизы) // Отчёт о научно-исследовательской работе (НИР): Ялтинский отдел Крымского филиала СНИЦ АН СССР, № гос. регистрации 03.890081. – Сочи. – 1990. – 106 с.
8. Мануйлов М.Б., Московкин В.М. Влияние поверхностного стока (дождевых и талых вод) на экологическую и техногенную ситуацию в городах // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2016. – №2 (66). – С. 58-65.
 9. Мануйлов М.Б., Московкин В.М. Влияние поверхностного стока (дождевых и талых вод) на экологическую и техногенную ситуацию в городах (Окончание. Начало в №2-2016) // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2016. – №4 (68). – С. 48-74.
 10. Мануйлов М.Б., Московкин В.М. Влияние загрязнений, формирующихся на урбанизированных территориях, на эпидемиологическую и экологическую ситуации // Экология урбанизированных территорий. – 2010. – № 1. – С. 18-31, 34.
 11. Московкин В.М., Мануйлов М.Б. Оценка потоков осадимых аэрозолей и тяжелых металлов на урбанизированные территории (на примере городов Ялта и Алушта) // Вопросы развития Крыма: Центр регионального развития крымской академии наук. – Симферополь. – 1996. – Вып. 2. – С. 99-103.
 12. Мануйлов М.Б., Большакова Е.С. Формирование загрязняющих веществ на городских территориях за бездождевые периоды времени // Науковий вісник будівництва. – 2004. – Вип.28. – С. 265-273.
 13. Мануйлов М.Б., Прокопенко В.С., Большакова Е.С. Методология оценки объемов загрязняющих веществ, привносимых автотранспортными средствами на центральные зоны городских территорий // Науковий вісник будівництва. – 2004. – Вип. 27. – С. 76-83.
 14. Мануйлов М.Б., Тошинский В.И., Шутинский А.Г., Деменкова С.Д., Скомороха О.П. Перераспределение загрязняющих веществ, накапливающихся на урбанизированных территориях автотранспортными средствами // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2002. – Том 1, №9. – С. 40-43.
 15. Кондратьев К.Я., Хват В.М., Московкин В.М., Мануйлов М.Б. К вопросу изучения дисперсного состава атмосферных аэрозолей и расчету их осаждения // Доклады АН СССР. – 1988. – Том 11, №4. – С. 501-505.
 16. Van Doremalen N. et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1 // New England Journal of Medicine. – 2020. – Vol. 382, No 16. – P. 1564-1567.
 17. Fiorillo L. et al. COVID-19 Surface Persistence: A Recent Data Summary and its Importance for Medical and Dental Settings // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Vol. 17, No 9. – P. 3132.
 18. Chen Y. et al. The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients // Journal of Medical Virology. – 2020. – Vol. 92. – P. 833-840.
 19. Методические указания «Эпидемиологический надзор за легионеллезной инфекцией», МУ 3.1.2.2412-08. – М.: Роспотребнадзор. – 2008. – 16 с.
 20. Li Y. et al. Urine Proteome of COVID-19 Patients // medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.02.20088666>
 21. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Эколого-экономическая оценка влияния поверхностного стока, отводимого с урбанизированных территорий на качество водных объектов // Управління розвитком. – 2004. – № 1. – С. 92-96.
 22. Мануйлов М.Б., Шевченко А.К. Теоретические и технологические аспекты управления качеством рекреационных зон водных объектов // Економіка розвитку. – 2003. – № 1. – С. 37-21.

23. Guerrero-Latorre L. et al. SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 743. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140832>
24. Rimondi S.G. et al. Presence and vitality of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers // medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.01.20086009>
25. Хват В.М., Московкин В.М., Мануйлов М.Б., Роненко О.П. Об аэрозольном загрязнении поверхностного стока на урбанизированных территориях // *Метеорология и гидрология*. – 1991. – № 2. – С. 54-57.
26. Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В. Почвы СССР. – М.: Мысль. – 1979. – 380 с.
27. Розбери Г., Кабат Э. Бактериологическая война. – М.: Воениздат. – 1955. – 248 с.
28. Кротов Ф.Г. Медицинская служба гражданской обороны. – М.: Медицина. – 1976. – 332 с.
29. Mahabee-Gittens E.M., Merianos A.L., Matt G.E. Letter to the Editor Regarding: «An Imperative Need for Research on the Role of Environmental Factors in Transmission of Novel Coronavirus (COVID-19)» – Secondhand and Thirdhand Smoke As Potential Sources of COVID-19 // *Environ. Sci. Technol.* – 2020. – Vol. 54. – P. 5309-5310.
30. Мартынов А.В., Мануйлов М.Б., Степанова И.И., Маньковский В.В., Московкин В.М. Фонтаны Украины открытые очаги инфекционных заболеваний: причины, анализ ситуации, решение проблемы // *Анналы Мечниковского института*. – 2011. – № 2. – С. 30-39.
31. Мануйлов А.М., Клейн Е.Б., Мартынов А.В., Московкин В.М. Технология обеззараживания и очистки воды фонтанов // *Экологический вестник России*. – 2018. – № 1. – С. 40-45.
32. Об эпидемической безопасности граждан, посещающих места отдыха, оборудованные фонтанами / Бучнев В.А., Мануйлов М.Б., Сёмкина Е.В., Клейн Е.Б., Мартынов А.В., Маньковский В.В. // *Науковий вісник будівництва*. – 2008. – Вип. 40. – С. 24-31.
33. Мануйлов М.Б., Московкин В.М., Степанова И.И., Куковицкий Н.Н. Комплексное решение проблемы инфицирования населения городов микробными туманами, образующимися в процессе работы фонтанов в режиме рециркуляции // *Исследовано в России*. – 2011. – Том 14. – С. 626-642.
34. Мануйлов М.Б., Мартынов А.В., Маньковский В.В. Разработка основных положений санитарных норм и правил эпидемиологической безопасности фонтанов Украины и России // *Анналы Мечниковского института*. – 2013. – № 1. – С. 74-82.
35. World Health Organization: Legionella and the prevention of legionellosis 1. Legionella 2. Legionellosis – prevention and control 3. Legionnaires' disease – prevention and control 4. Water supply 5. Swimming pools 6. Health facilities 7. Ships 8. Disease outbreaks – prevention and control I. Title ISBN 92 4 1562978 (NLM classification: WC 200).
36. Fitzgeorge R.B. et al. Aerosol infection of animals with strains of Legionella pneumophila of different virulence: comparison with intraperitoneal and intranasal routes of infection // *Journal of Hygiene*. – 1983. – Vol. 90, No 1. – P. 81-89.
37. Addiss D.G. et al. Community-acquired Legionnaires' disease associated with a cooling tower: evidence for longer-distance transport of Legionella pneumophila // *American Journal of Epidemiology*. – 1989. – Vol. 130, No 3. – P. 557-568.
38. Allen K.W., Premph H, Osman M.S. Legionella pneumonia from a novel industrial aerosol // *Communicable Diseases in Public Health*. – 1999. – Vol. 2, No 4. – P. 294-296.

References

1. Khvat V.M., Moskovkin V.M., Medvedev V.S., Manuylov M.B., Shevchenko L.P., Ronenko O.P. Razrabotat i vnedrit tekhnologicheskiiy protsess otvedeniya i ochistki poverkhnostnogo stoka s zastroyennykh territoriy (promezhutochnyy) // Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote (NIR): VNIIVO. № gos. registratsii 01.870084. – Kharkov. – 1988. – 115 p. (in Russian)
2. Khvat V.M., Medvedev V.S., Manuylov M.B., Shevchenko L.P., Ronenko O.P., Kolova I.P. Razrabotat i vnedrit tekhnologicheskiiy protsess otvedeniya i ochistki poverkhnostnogo stoka s zastroyennykh territoriy (zaklyuchitel'nyy) // Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote (NIR): VNIIVO. № gos. registratsii 01.870084. – Kharkov. – 1990. – 123 p. (in Russian)
3. Lozanskiy V.R., Eremenko E.V., Kuzin A.K. Metody i tseli okhrany vod SSSR // Trudy sovetsko-amerikanskogo simpoziuma «Metodologiya i praktika planirovaniya okhrany vod rechnykh basseynov». – Kharkov: VNIIVO. 1981. – P. 16-43. (in Russian)
4. Manuylov M.B., Moskovkin V.M., Martynov A.V., Kukovitskiy N.N. Vozdeystviye zagryazneniy. formiruyushchikhsya na urbanizirovannykh territoriyakh. na ekologicheskuyu i epidemiologicheskuyu situatsii // Issledovano v Rossii. – 2009. – Vol. 12. – P. 204-228. (in Russian)
5. Manuylov M.B., Shevchenko A.K. Ekologo-ekonomicheskiiye aspekty funktsionirovaniya rekreatsionnykh obyektov // Vestnik Kharkovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2001. – №4 (20). – P. 105-108. (in Russian)
6. Manuylov M.B., Shevchenko A.K. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka vliyaniya poverkhnostnogo stoka. otvodimogo s urbanizirovannykh territoriy. na kachestvo poverkhnostnykh vod // Ekonomika rozvitku. – 2006. – №3 (39). – P. 18-23. (in Russian)
7. Moskovkin V.M., Manuylov M.B., Mendygulov Yu. D., Morozov S.V., Skripkina S.V. Razrabotka i sozdaniye modeley ekologo-ekonomicheskogo prognoza (metodologicheskiiye aspekty provedeniya ekologicheskogo monitoringa i ekologicheskoy ekspertizy) // Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote (NIR): Yaltinskiy otdel Krymskogo filiala SNITs AN SSSR. № gos. registratsii 03.890081. – Sochi. – 1990. – 106 p. (in Russian)
8. Manuylov M.B., Moskovkin V.M. Vliyaniye poverkhnostnogo stoka (dozhdevykh i talykh vod) na ekologicheskuyu i tekhnogennuyu situatsiyu v gorodakh // Voda i ekologiya. Problemy i resheniya. – 2016. – №2 (66). – P. 58-65. (in Russian)
9. Manuylov M.B., Moskovkin V.M. Vliyaniye poverkhnostnogo stoka (dozhdevykh i talykh vod) na ekologicheskuyu i tekhnogennuyu situatsiyu v gorodakh (Okonchaniye. Nachalo v №2-2016) // Voda i ekologiya. Problemy i resheniya. – 2016. – №4 (68). – P. 48-74. (in Russian)
10. Manuylov M.B., Moskovkin V.M. Vliyaniye zagryazneniy. formiruyushchikhsya na urbanizirovannykh territoriyakh. na epidemiologicheskuyu i ekologicheskuyu situatsii // Ekologiya urbanizirovannykh territoriy. – 2010. – № 1. – P. 18-31, 34. (in Russian)
11. Moskovkin V.M., Manuylov M.B. Otsenka potokov osadimyykh aerorozley i tyazhelykh metallov na urbanizirovannyye territorii (na primere gorodov Yalta i Alushta) // Voprosy razvitiya Kryma: Tsentr regional'nogo razvitiya krymskoy akademii nauk. – Simferopol. – 1996. – Vol. 2. – P. 99-103. (in Russian)
12. Manuylov M.B., Bolshakova E.S. Formirovaniye zagryaznyayushchikh veshchestv na gorodskikh territoriyakh za bezdozhdevyye periody vremeni // Naukoviy visnik budivnitstva. – 2004. – Vol. 28. – P. 265-273. (in Russian)
13. Manuylov M.B., Prokopenko V.S., Bolshakova E.S. Metodologiya otsenki obyemov zagryaznyayushchikh veshchestv. privnosimyykh avtotransportnyimi sredstvami na

- tsentralnyye zony gorodskikh territoriy // Naukoviy visnik budivnitstva. – 2004. – Vol. 27. – P. 76-83. (in Russian)
14. Manuylov M.B., Toshinskiy V.I., Shutinskiy A.G., Demenkova S.D., Skomorokha O.P. Pereraspredeleniye zagryaznyayushchikh veshchestv. nakaplivayushchikhsya na urbanizirovannykh territoriyakh avtotransportnymi sredstvami // Vestnik natsionalnogo tekhnicheskogo universiteta «KhPI». – 2002. – Vol. 1., №9. – P. 40-43. (in Russian)
 15. Kondratyev K.Ya., Khvat V.M., Moskovkin V.M., Manuylov M.B. K voprosu izucheniya dispersnogo sostava atmosferynykh aerorozley i raschetu ikh osazhdeniya // Doklady AN SSSR. – 1988. – Vol. 11, №4. – P. 501-505. (in Russian)
 16. Van Doremalen N. et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1 // New England Journal of Medicine. – 2020. – Vol. 382, No 16. – P. 1564-1567.
 17. Fiorillo L. et al. COVID-19 Surface Persistence: A Recent Data Summary and its Importance for Medical and Dental Settings // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Vol. 17, No 9. – P. 3132.
 18. Chen Y. et al. The presence of SARS-CoV-2 RNA in the feces of COVID-19 patients // Journal of Medical Virology. – 2020. – Vol. 92. – P. 833-840.
 19. Metodicheskiye ukazaniya «Epidemiologicheskii nadzor za legionelleznoy infektsiyey». MU 3.1.2.2412-08. – M.: Rospotrebnadzor. – 2008. – 16 p. (in Russian)
 20. Li Y. et al. Urine Proteome of COVID-19 Patients // medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.02.20088666>
 21. Manuylov M.B., Shevchenko A.K. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka vliyaniya poverkhnostnogo stoka. otvodimogo s urbanizirovannykh territoriy na kachestvo vodnykh ob'yektov // Upravlinnya rozvitkom. – 2004. – № 1. – P. 92-96. (in Russian)
 22. Manuylov M.B., Shevchenko A.K. Teoreticheskiye i tekhnologicheskkiye aspekty upravleniya kachestvom rekreatsionnykh zon vodnykh ob'yektov // Ekonomika rozvitku. – 2003. – № 1. – P. 37-21. (in Russian)
 23. Guerrero-Latorre L. et al. SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries // Science of the Total Environment. – 2020. – Vol. 743. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140832>
 24. Rimondi S.G. et al. Presence and vitality of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers // medRxiv preprint doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.01.20086009>
 25. Khvat V.M., Moskovkin V.M., Manuylov M.B., Ronenko O.P. Ob aerorozolnom zagryaznenii poverkhnostnogo stoka na urbanizirovannykh territoriyakh // Meteorologiya i gidrologiya. – 1991. – № 2. – P. 54-57. (in Russian)
 26. Afanasyeva T.V., Vasilenko V.I., Tereshina T.V., Sheremet B.V. Pochvy SSSR. – M.: Mysl. – 1979. – 380 p. (in Russian)
 27. Rozberi G., Kabat E. Bakteriologicheskaya vojna. – M.: Voenizdat. – 1955. – 248 p. (in Russian)
 28. Krotov F.G. Meditsinskaya sluzhba grazhdanskoy oborony. – M.: Meditsina. – 1976. – 332 p. (in Russian)
 29. Mahabee-Gittens E.M., Merianos A.L., Matt G.E. Letter to the Editor Regarding: «An Imperative Need for Research on the Role of Environmental Factors in Transmission of Novel Coronavirus (COVID-19)» – Secondhand and Thirdhand Smoke As Potential Sources of COVID-19 // Environ. Sci. Technol. – 2020. – Vol. 54. – P. 5309-5310.
 30. Martynov A.V., Manuylov M.B., Stepanova I.I., Mankovskiy V.V., Moskovkin V.M. Fontany Ukrainy otkrytyye ochagi infektsionnykh zabolevaniy: prichiny. analiz situatsii. resheniye problemy // Annaly Mechnikovskogo instituta. – 2011. – № 2. – P. 30-39. (in Russian)

31. Manuylov A.M., Kleyn E.B., Martynov A.V., Moskovkin V.M. Tekhnologiya obezzarazhivaniya i oчитки vody fontanov // Ekologicheskiy vestnik Rossii. – 2018. – № 1. – P. 40-45. (in Russian)
32. Ob epidemicheskoy bezopasnosti grazhdan. poseshchayushchikh mesta otdykha. oborudovannyye fontanami / Buchnev V.A., Manuylov M.B., Semkina E.V., Kleyn E.B., Martynov A.V., Mankovskiy V.V. // Naukoviy visnik budivnitstva. – 2008. – Vol. 40. – P. 24-31. (in Russian)
33. Manuylov M.B., Moskovkin V.M., Stepanova I.I., Kukovitskiy N.N. Kompleksnoye resheniye problemy infitsirovaniya naseleniya gorodov mikrobnymi tumanami. obrazuyushchimisya v protsesse raboty fontanov v rezhime retsirkulyatsii // Issledovano v Rossii. – 2011. – Vol. 14. – P. 626-642. (in Russian)
34. Manuylov M.B., Martynov A.V., Mankovskiy V.V. Razrabotka osnovnykh polozheniy sanitarnykh norm i pravil epidemiologicheskoy bezopasnosti fontanov Ukrainy i Rossii // Annaly Mechnikovskogo instituta. – 2013. – № 1. – P. 74-82. (in Russian)
35. World Health Organization: Legionella and the prevention of legionellosis 1. Legionella 2. Legionellosis – prevention and control 3. Legionnaires' disease – prevention and control 4. Water supply 5. Swimming pools 6. Health facilities 7. Ships 8. Disease outbreaks – prevention and control I. Title ISBN 92 4 1562978 (NLM classification: WC 200).
36. Fitzgeorge R.B. et al. Aerosol infection of animals with strains of Legionella pneumophila of different virulence: comparison with intraperitoneal and intranasal routes of infection // Journal of Hygiene. – 1983. – Vol. 90, No 1. – P. 81-89.
37. Addiss D.G. et al. Community-acquired Legionnaires' disease associated with a cooling tower: evidence for longer-distance transport of Legionella pneumophila // American Journal of Epidemiology. – 1989. – Vol. 130, No 3. – P. 557-568.
38. Allen K.W., Prempeh H, Osman M.S. Legionella pneumonia from a novel industrial aerosol // Communicable Diseases in Public Health. – 1999. – Vol. 2, No 4. – P. 294-296.