

**Твердые бытовые, медицинские отходы и COVID-19 (обзор литературы)**

П.В. Журавлёв^{1,2}, А.С. Калюжин¹, Н.В. Алексанина¹,
М.А. Калюжина¹, М.Н. Гапон¹, Т.И. Твердохлебова^{1,2}

¹ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, пер. Газетный, д. 119, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, пер. Нахичеванский, д. 29, г. Ростов-на-Дону, 344022, Российская Федерация

Резюме

Введение. В данном обзоре рассмотрены эпидемиологические аспекты обращения с твердыми медицинскими отходами в период пандемии. Показана роль медицинского сектора в общем увеличении отходов и их влияния на загрязнение окружающей среды. Освещены современные методы противостояния биологической угрозе загрязнения твердыми бытовыми и медицинскими отходами, загрязненными возбудителем COVID-19.

Цель: анализ материалов, посвященных изучению изменения структуры и количества отходов в период пандемии с учетом особенности работы муниципальных служб в период пандемии.

Методы. Были отобраны и проанализированы научные работы за период 2020–2021 гг. по поисковым электронным базам данных (Web of Science, Scopus, PubMed, eLIBRARY и ResearchGate) согласно ключевым словам: COVID-19, медицинские отходы, экология, загрязнение пластиком. Из 97 найденных источников авторами было выбрано 55 с учетом ключевых слов. Для проведения данного анализа были использованы материалы 40 источников. Показано, что во время пандемии коронавирусной инфекции резко выросло производство медицинских и прочих одноразовых изделий. Помимо дополнительной нагрузки на экологическую обстановку при неправильной утилизации предметов, загрязненных COVID-19, повышается риск распространения коронавирусной инфекции. Многочисленными исследованиями подтверждена трехдневная жизнеспособность вируса COVID-19 на пластике, что предполагает потенциальное присутствие вируса в отходах и является важным для эпидемиологической оценки ситуации. Представлены разработанные в России и других странах меры по утилизации твердых бытовых и медицинских отходов.

Выводы. Изложенные в обзоре материалы указывают на всеобщую экологическую проблему загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами (ТБО). Помимо дополнительной нагрузки на экологическую обстановку, повышается риск распространения коронавирусной инфекции при неправильной утилизации предметов, загрязненных COVID-19. В настоящее время во всех странах активно разрабатываются эффективные меры по утилизации медицинских отходов с созданием новых нормативов транспортировки ТБО и обеспечением безопасности персонала, работающего в муниципальной сфере во время пандемии. Обсуждены системы управления муниципальными отходами в разных странах и особенности работы муниципальных служб в условиях пандемии.

Ключевые слова: COVID-19, медицинские отходы, твердые бытовые отходы, загрязнение пластиком, экология, SARS-CoV-2.

Для цитирования: Журавлёв П.В., Калюжин А.С., Алексанина Н.В., Калюжина М.А., Гапон М.Н., Твердохлебова Т.И. Твердые бытовые, медицинские отходы и COVID-19 (обзор литературы) // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 1. С. 71–78. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-1-71-78>

Сведения об авторах:

✉ **Журавлёв** Петр Васильевич – д.м.н., заведующий лабораторией санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; профессор кафедры общей гигиены ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: niimicrodouble@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8196-3882>.

Калюжин Александр Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; e-mail: o.t.t.o.94@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7234-6890>.

Алексанина Наталья Владимировна – к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; e-mail: nataly10_09@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7702-1385>.

Калюжина Мария Александровна – младший научный сотрудник лаборатории санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; e-mail: kulak.marya@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6778-4426>.

Гапон Марина Николаевна – к.б.н., ведущий научный сотрудник лаборатории санитарной микробиологии водных объектов и микробной экологии человека ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; e-mail: marina.gapon@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8535-2667>.

Твердохлебова Татьяна Ивановна – д.м.н., директор ФБУН «Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; профессор кафедры эпидемиологии ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: niimicrodouble@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3912-0291>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Журавлёв П.В., Твердохлебова Т.И.; сбор данных: Журавлёв П.В.; анализ и интерпретация результатов: Журавлёв П.В., Алексанина Н.В., Гапон М.Н.; обзор литературы: Калюжин А.С., Калюжина М.А.; подготовка рукописи: Калюжин А.С. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья получена: 18.01.21 / Принята к публикации: 30.12.21 / Опубликовано: 31.01.22

Solid Household and Medical Wastes and COVID-19 Pandemic: An Overview

Pyotr V. Zhuravlev,^{1,2} Alexander S. Kalyuzhin,¹ Natalya V. Aleksanina,¹ Maria A. Kalyuzhina,¹ Marina N. Gapon,¹ Tatyana I. Tverdokhlebova^{1,2}

¹Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology,
119 Gazetny Lane, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

²Rostov State Medical University, 29 Nakhichevansky Lane, Rostov-on-Don, 344022, Russian Federation

Summary

Introduction: This overview provides information on epidemiological aspects of solid waste management during the COVID-19 pandemic. It describes the contribution of health care to the increase in the global waste generation and its impact

вопросу располагает Китай, где для борьбы с эпидемией не только принимаются эффективные меры по профилактике и лечению, но и осуществляется эффективное и целенаправленное управление чрезвычайными ситуациями в области общественного здравоохранения [2].

Проанализированы показатели образования инфекционных медицинских отходов и модели управления ими в Ливане до и после пандемии COVID-19. По оценкам, среднее количество инфекционных медицинских отходов, связанных с COVID-19, в этом исследовании составляет 39 035 кг в месяц, или 1,3 тонны в день, что составляет от 5 до 20 % от общего объема инфекционных медицинских отходов в Ливане [3].

Системы очистки, разработанные для отходов в нормальных условиях и их качественной переработки, должны справляться с серьезными изменениями, которые вызывают неординарные ситуации. Технологический анализ необходим для того, чтобы эти системы могли справляться с динамичным и развивающимся характером пандемии.

Кризис COVID-19 выявил негативную роль использования пластика в повседневной жизни. С одной стороны, борьба с вирусом требует одноразового использования пластика [4], а с другой стороны, одноразовость рассматривается как экологическая ответственность. Следы пластмассовых изделий могут служить одним из инструментов экологической оценки загрязнения окружающей среды.

Во время пандемии COVID-19 значительно увеличился спрос на медицинские изделия одноразового использования. Потребители рассматривают одноразовые пластмассовые изделия как безопасную альтернативу для различного применения. Меры по снижению потребления медицинских отходов, применяемые в разных странах, изменяют как количество, так и качество пластиковых отходов.

Исследования, проведенные Van Doremalen N. и соавт. [4] и Kampf G. и соавт. [6], показали способность вируса выживать на разных поверхностях, в том числе на пластике. Несмотря на это, одноразовое использование считается важным преимуществом для потребителей, уделяющих приоритетное внимание гигиене. Это привело к увеличению использования и утилизации пластмассовых изделий даже для немедицинских целей. Между тем спрос на пластик в других секторах (например, в автомобильной и авиационной промышленности) снижается в условиях глобального экономического спада.

Система управления отходами

В настоящее время недостаточное внимание уделяется туристическим и миграционным потокам, изменяющим количественные показатели отходов.

Управление отходами имеет решающее значение для развития человеческого потенциала и улучшения состояния здоровья, особенно во время пандемии COVID-19. Количество отходов увеличилось во всех странах, соблюдающих меру социального дистанцирования — оставаться дома. Интенсификация производства одноразовых продуктов и панические покупки привели к увеличению производства и потребления, что, в свою очередь, увеличивает загрязнение окружающей среды пластиком [7].

В Каталонии на фоне снижения миграционной активности зарегистрировано сокращение муниципальных отходов на 16,65 %, а именно до 242 000 тонн, что меньше, чем в общеустановленный месяц (282 340 тонн). В Барселоне количество отходов упало на 25 % вследствие снижения в столице Каталонии привычного количества сезонных рабочих-мигрантов, которые, в свою очередь, вносили вклад в коммерческий сектор экономики Испании. Кроме того, отсутствие туристической активности и приостановление функционирования или закрытие предприятий снизило экономическую эффективность коммерческого сектора [7, 8].

Раздельный сбор органических отходов, стекла, бумаги, картона, упаковок и неперерабатываемых отходов в Каталонии по сравнению со стандартными показателями автономного сообщества Испании снизилось на 20 % (17 000 тонн). В среднем на 12 % снизился сбор смешанных отходов и на 17,5 % — в Барселоне.

Производство медицинских средств индивидуальной защиты (СИЗ) — масок, перчаток и комбинезонов возросло на 350 % с середины марта 2020 года. А уже к середине апреля на мусоросжигательных заводах Каталонии было обработано более половины (700 из 1200 тонн) отработанных медицинских отходов [8, 9].

В условиях резкого подъема заболеваемости COVID-19 в 2021 г. загруженность медицинских организаций и, как следствие, образование медицинских отходов значительно возрастают. Незапланированное увеличение обрабатываемых отходов может парализовать систему обеззараживания, обезличивания и обезвреживания медицинских отходов лечебных учреждений [10].

Организации начали накапливать ресурсы либо менять поставщиков, но неуверенность правительств Евросоюза в отношении мер противодействия пандемии тем самым создали условия невозможности прогнозирования спроса на первичное и вторичное сырье.

Ряд организаций (Ассоциация по твердым отходам Северной Америки, Австралийская ассоциация управления отходами, Ассоциация экологических служб Великобритании, Европейская ассоциация) поддержали решение о признании правительством участников утилизации отходов в качестве ключевых исполнителей в жизнедеятельности города [8, 11].

Появились отличия в схемах управления отходами:

1) во-первых, в странах, где управлением отходами занимается непосредственно муниципалитет и государственные компании по утилизации мусора (Австралия, Россия), значительных изменений не произошло;

2) во-вторых, в странах, где управлением по утилизации отходами занимаются частные компании и операторы по вывозу мусора (Европа, США), доля доходит до 60–75 %, необходимо согласовывать с государством механизмы по управлению отходами, так как они вносят значительный вклад в образование промышленного звена экономики страны.

Для жителей, находящиеся на самоизоляции с легкой формой COVID-19, ужесточились требования к обращению с отходами; так, 31 марта 2020 г. Европейский центр профилактики и

контроля заболеваний обнаружил документ, который содержит новые санитарные рекомендации обращения с отходами для лиц с подтвержденным заболеванием новой коронавирусной инфекцией COVID-19 [8, 11].

Индивидуальная емкость для отходов (бумажные салфетки и маски для лица) помещается в палату пациента. Перчатки и маски для лица, используемые медперсоналом и младшим медицинским персоналом, немедленно помещаются во вторую емкость для отходов. Емкость для отходов должна быть герметично закрыта до момента удаления из палаты больного и чаще заменяется, чем у больных с иными заболеваниями; впоследствии младший медицинский персонал помещает их в несортируемый мусор. Медицинский персонал обязан соблюдать гигиену рук согласно санитарным требованиям, а именно использовать дезинфицирующие средства на спиртовой основе с последующим мытьем рук с мылом [8, 12].

Отрасль муниципальных отходов

Разработкой нормативных документов перевозки ТБО и регулированием их выполнения согласно эпидемиологической обстановке заняты органы местного самоуправления.

В настоящее время необходимо обратить внимание на качество и безопасность работы соответствующих служб. Поэтому разработаны единые правила в данной службе: обеспечение безопасности в разных административных территориях возможно при условии принятия властями соответствующего решения.

Большинство европейских стран разработали инструкции, определяющие последовательность действий в условиях новой коронавирусной инфекции COVID-19. Оценка деятельности по сбору и утилизации ТБО, а также формирование статистических данных по полученным результатам проводится в некоторых странах на всех уровнях государственной власти. В настоящее время доступны данные по Англии, Франции, Испании (Каталония) и Италии (г. Милан) [8, 12].

В Российской Федерации государственное регулирование обращения с медицинскими отходами в организациях здравоохранения, связанных с лечебной и/или фармацевтической деятельностью, осуществляется в соответствии с новыми СанПиН 2.1.3684–21¹. Согласно данному документу, системы обращения с медицинскими отходами не связаны с системами обращения с твердыми коммунальными отходами.

В связи с тем, что работа в сфере управления отходами продолжается в прежнем режиме, обращает на себя большое внимание то, что сотрудники, занятые перевозкой, сортировкой и переработкой ТБО, имеют высокий риск заражения коронавирусом из-за неправильно утилизированных медицинских масок. В случаях, когда медицинские маски неправильно утилизируются в бытовой контейнер вместо медицинского, они попадают на мусоросжигательный завод или полигон без вторичной переработки.

В Российской Федерации существует пять классов опасности отходов. По отечественной

классификации считается, что персонал работает с менее опасными. Класс А включает эпидемиологически безопасные отходы, приближенные по составу к твердым бытовым отходам. Класс Б включает эпидемиологически опасные медицинские отходы, для которых установленным критерием опасности является возможность инфицирования микроорганизмами 3–4-й групп патогенности или контакт с биологическими жидкостями [8].

Любые отходы, образующиеся за пределами медицинских учреждений, имеют вероятность обсеменения инфекционным агентом COVID-19. Для потери возбудителем жизнеспособности необходимо такие отходы упаковывать в два мешка, плотно завязывать и оставлять на 72 часа до помещения в бытовой контейнер [8].

Пандемия COVID-19 уже оказала огромное воздействие на сектор отходов. Сначала, когда пандемия прогрессировала и в ряде стран были введены ограничения, государственным органам и операторам коммунальных отходов приходилось быстро адаптировать свои системы и процедуры обращения с отходами к сложившейся ситуации. Именно тогда ACR+ начала собирать данные о различных системах и решениях, внедренных с целью сбора и обмена опытом [14].

Высокая устойчивость SARS-CoV-2 на срок до 9 дней на инертных поверхностях, а также его способность передаваться от человека к человеку [14, 15] являются ключевыми аспектами для его быстрого распространения.

Van Doremalen N. и соавт. [16] считают, что жизнеспособный вирус COVID-19 может быть обнаружен в различных условиях: до 3 часов после аэрозолизации; до 4 часов на меди; до 24 часов на картоне; и до 2–3 дней на пластике и нержавеющей стали. Эта относительно длительная жизнеспособность на исследуемых материалах предполагает потенциальное присутствие вируса на отходах.

Международные исследования по оценке выживания вируса SARS-CoV-2 на объектах внешней среды указывают на способность вируса выживать в ткани использованных СИЗ до нескольких суток [17]. Известно, что коронавирус может быть легко инактивирован биоцидными агентами или термической обработкой. Важно подчеркнуть, что гигиенические процедуры рассматриваются как ключ к контролю распространения вируса. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), там, где дезактивация не может быть проведена в лабораторной зоне или на месте, загрязненные отходы должны быть упакованы утвержденным способом для передачи в другое дезактивирующее предприятие. Эту же процедуру следует рекомендовать для отходов пациентов, находящихся на лечении по поводу COVID-19 в домашних условиях. Ненадлежащее обращение с твердыми отходами усиливает риск инфицирования сборщиков мусора [18].

Загрязнение окружающей среды медицинскими масками

Еще одним потенциальным загрязнителем в период пандемии являются медицинские маски.

¹ СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [электронный ресурс]; утв. постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 3 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.

Одноразовые лицевые маски были созданы для защиты работников здравоохранения (HCWs). Во время вспышки атипичной пневмонии в 2003 году и гриппа H1N1 в 2009 году было принято решение властей об их использовании населением, чтобы остановить распространение вирусов [19, 20].

В настоящее время — в период пандемии, исследователи выступают за использование масок для лица населением, пока полностью не будет изучен способ передачи COVID-19 [21]. Утверждается, что это будет способствовать уменьшению количества касаний человеком лица немытыми руками и снижению вероятности заражения, а также исключению аэрозольного механизма передачи инфекции при чихании и кашле. Эффективность использования трехслойных медицинских масок как средства защиты от респираторных инфекций была подтверждена во время хаджа мусульман [20, 22, 23].

Согласно оценкам ВОЗ, приблизительно 89 миллионов медицинских масок ежемесячно были использованы для профилактики заражения COVID-19 [23]. Высокий спрос привел к беспрецедентному росту мирового производства масок для лица, которые изготавливаются с использованием полимерных материалов. Поэтому основные производители масок для лица увеличили выпуск своей продукции [24]. Китай увеличил ежедневное производство медицинских масок до 14,8 млн к февралю 2020 года [25]. По данным Министерства экономики, торговли и промышленности Японии [26], по состоянию на апрель 2020 года в стране производилось ежемесячно более 600 миллионов масок. Ожидалось, что спрос увеличится, поскольку число людей, инфицированных вирусом COVID-19, в мире составило 3,84 миллиона человек [27]. Однако многие страны смягчили карантинный режим из-за неблагоприятного воздействия на экономику и психическое здоровье, что может привести к следующей волне инфекции.

Увеличение производства и потребления масок для лица во всем мире породило новую экологическую проблему, добавив их к огромным отходам пластмассы и пластика в окружающей среде. Попадая в систему сброса сточных вод, они достигают пресной и морской воды, добавляясь к общей массе отходов пластмасс в водной среде. Так, OceansAsia (организация, занимающаяся проблемами загрязнения морской среды) сообщила в феврале 2020 года о наличии в Гонконге лицевых масок в океане [28].

Попадая в окружающую среду (на свалках, в пресной и морской воде, в мусоре в общественных местах) и разлагаясь до размера 5 мм частиц, известных как микропластики, одноразовые лицевые маски могут стать новым источником микропластических волокон. Экологические последствия загрязнения пластмассами и пластиковыми частицами были перечислены и опубликованы специалистами в научной литературе [29–33]. Они представляют угрозу для водных организмов, которые составляют одну из основных частей пищевой цепи для людей. Попадание в пищу человека пластиковых частиц вызывает беспокойство по поводу глобальной безопасности пищевых продуктов [28].

Имеется информация, что присутствие пластмасс в окружающей среде влияет на изменение климата из-за выбросов углерода и увеличивает

риски для глобальной пищевой цепи [34, 35]. Неправильная утилизация масок для лица может стать причиной вспышки заболеваемости, поскольку пластиковые частицы распространяют инвазивные патогены [34].

С начала возникновения проблемы коронавирусной инфекции до 2021 г. не было утверждено единого международного регламента по регулированию пластмасс и управлению загрязнением, некоторые страны приняли жесткие меры по пресечению тотального распространения пластиковых отходов. Проект по морским отходам Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA), утвержденный Европейской комиссией в соответствии с законами о действиях по морским отходам, возможно, будет способствовать повышению осведомленности о загрязнении пластиковыми частицами в рамках государственной образовательной программы. В Ирландии, Китае и Южной Африке с потребителей и розничных продавцов одноразовой продукции взимается налог.

В Европе к одноразовым изделиям из пластмасс применяются меры по ограничению использования и сокращению потребления. С 3 июля 2021 года в ЕС начал действовать запрет на использование одноразовых столовых приборов, тарелок, ватных палочек, держателей для воздушных шаров, трубочек и мешалок для напитков, контейнеров для еды и напитков из ПСВ, бумажных стаканчиков с полимерным покрытием. Для снижения риска потери крышек и колпачков с 2024 года вводятся обязательные требования по их привязке к контейнерам и емкостям для напитков объемом до 3 л. Введено обязательство для всех стран с выходом к морю установить минимальный национальный уровень сбора рыболовных отходов, содержащих пластик [36].

Великобритания с апреля 2022 года вводит налог на пластиковую упаковку, содержащую менее 30 % вторичного пластика [37].

Канада до конца 2021 года намерена отказаться от использования пластиковых пакетов, соломинок для напитков, пластиковых приборов и ряда других категорий [38].

В США на федеральном уровне предложены два комплексных законопроекта о пластиковой упаковке: Plastic Pollution Act of 2020 и The Realizing the Economic Opportunities and Value of Expanding Recycling Act. Компоненты предлагаемого законодательства включают план введения расширенной ответственности производителя РОП. С 2020 года действуют законы о запрете использования одноразовой посуды, принятые в ряде штатов [39].

С 2022 по 2025 год Новая Зеландия вводит поэтапный запрет на оборот пластиковых пакетов, палочек, одноразовых столовых приборов, соломинок, тарелок и других изделий. При этом люди с ограниченными возможностями смогут продолжить пользоваться пластиковыми трубочками. За этот период будет создан фонд для поиска альтернативы одноразовым полимерным изделиям [40].

На основании научных данных, приведенных в обзоре, можно утверждать, что замусоривание биосферы ТБО на протяжении длительного времени является важной проблемой экологии во всем мире. Применение одноразовых пластмассовых

изделий или изделий, содержащих полимерные материалы, широко распространено во всех сферах жизни, особенно в медицине. Во время пандемии новой коронавирусной инфекции резко выросло производство медицинских масок и других одноразовых медицинских изделий, что повышает риск распространения заболевания при неправильной утилизации предметов, загрязненных возбудителем COVID-19. Многочисленные исследования подтверждают жизнеспособность SARS-CoV-2 на пластике до 2–3 дней. 2020 год стал дополнительным толчком для активной разработки эффективных мер по утилизации медицинских отходов.

Заключение. Изложенные в обзоре материалы указывают на всеобщую эпидемиологическую проблему загрязнения окружающей среды твердыми бытовыми отходами. Помимо дополнительной нагрузки на экологическую обстановку, повышается риск распространения коронавирусной инфекции при неправильной утилизации предметов, загрязненных COVID-19. В настоящее время во всех странах активно разрабатываются эффективные меры по утилизации медицинских отходов с созданием новых нормативов транспортировки ТБО и обеспечением безопасности персонала, работающего в муниципальной сфере, во время пандемии. Обсуждены системы управления муниципальными отходами в разных странах и особенности работы муниципальных служб в условиях пандемии.

Список литературы

1. Yousefi M, Oskoei V, Jonidi Jafari A, *et al.* Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: effects and repercussions. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021;1-10. doi: 10.1007/s11356-021-14214-9
2. National Health Commission of the People's Republic of China and relevant departments joint prevention and control mechanism: all-out efforts to combat COVID-19 epidemic [in Chinese]. The State Council the People's Republic of China. 2020. [Accessed 8 Mar 2020].
3. Maalouf A, Maalouf H. Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. *Waste Manag Res.* 2021 Jun;39(1_suppl):45-55. doi: 10.1177/0734242X2111003970. Epub 2021 Apr 2. PMID: 33794685.
4. Schlegel I. How the plastic industry is exploiting anxiety about COVID-19. 2020. Accessed April 7, 2020. <https://www.greenpeace.org/usa/how-the-plastic-industry-is-exploiting-anxiety-about-covid-19/>
5. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, *et al.* Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med.* 2020;382(16):1564–1567. doi: 10.1056/NEJMc2004973
6. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;104(3):246–251. doi: 10.1016/j.jhin.2020.01.022
7. Sarkodie SA, Owusu PA. Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environ Dev Sustain.* 2021;23:7951–7960. doi: 10.1007/s10668-020-00956-y
8. Ермолаева Ю.В. Управление отходами в условиях критической ситуации распространения COVID-19 // PRIMO ASPECTU. 2020. № 2 (42). С. 27–39. doi: 10.35211/2500-2635-2020-2-42-27-39
9. La Agencia de Residuos de Cataluña ha establecido diferentes opciones para tratar los residuos sanitarios en el periodo COVID-19. Accessed July 21, 2020. <https://residus.gencat.cat/es/actualitat/noticies/detall/residus-sanitaris-COVID19-00001>
10. Донченко В.К., Сахаров В.А., Сахарова О.А. Потенциально инфицированные SARS-CoV-2 отходы средств индивидуальной защиты населения – новый глобальный вызов биологической безопасности // Формулы фармации. 2021. Т. 3. № 2. С. 72–77. doi: 10.17816/phf71586
11. OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19). Cities policy responses. Updated July 23, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/cities-policy-responses-fd1053ff/>
12. Municipal Waste Management in European Union COVID-19. Accessed July 21, 2020. <https://www.acrplus.org/en/municipal-waste-management-covid-19>
13. Peeri NC, Shrestha N, Rahman MS, *et al.* The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? *Int J Epidemiol.* 2020;49(3):717–726. doi: 10.1093/ije/dyaa033
14. To KK, Tsang OT, Leung WS, *et al.* Temporal profiles of viral load in posterior oropharyngeal saliva samples and serum antibody responses during infection by SARS-CoV-2: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis.* 2020 May;20(5):565–574. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30196-1
15. Chan JF, Yuan S, Kok KH, *et al.* A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020;395(10223):514–523. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9
16. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, *et al.* Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv [Preprint] 2020;2020.03.09.20033217. Accessed January 25, 2022. doi: 10.1101/2020.03.09.20033217
17. Hirose R, Ikegaya H, Naito Y, *et al.* Survival of severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and influenza virus on human skin: importance of hand hygiene in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis.* 2021;73(11):e4329–e4335. doi: 10.1093/cid/ciaa1517
18. Cruvinel VRN, Marques CP, Cardoso V, *et al.* Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public Health.* 2019;19(1):581. doi: 10.1186/s12889-019-6879-x
19. Elachola H, Assiri AM, Memish ZA. Mass gathering-related mask use during 2009 pandemic influenza A (H1N1) and Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Int J Infect Dis.* 2014;20:77–78. doi: 10.1016/j.ijid.2013.12.001
20. Yang AP, Seale H, MacIntyre CR, *et al.* Mask-wearing and respiratory infection in healthcare workers in Beijing, China. *Braz J Infect Dis.* 2011;15(2):102–108. doi: 10.1016/S1413-8670(11)70153-2
21. Elachola H, Ebrahim SH, Gozzer E. COVID-19: Facemask use prevalence in international airports in Asia, Europe and the Americas, March 2020. *Travel Med Infect Dis.* 2020;35:101637. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101637
22. Li C, Busquets R, Campos LC. Assessment of microplastics in freshwater systems: a review. *Sci Total Environ.* 2020;707:135578. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135578
23. Barasheed O, Alfelali M, Mushta S, *et al.* Uptake and effectiveness of facemask against respiratory infections at mass gatherings: a systematic review. *Int J Infect Dis.* 2006;47:105–111. doi: 10.1016/j.ijid.2016.03.023
24. World Health Organization (WHO). Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide. Published March 3, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide#:~:text=The%20World%20Health%20Organization%20has,coronavirus%20and%20other%20infectious%20diseases.>

25. China focus: mask makers go all out in fight against novel coronavirus. Published February 6, 2020. Accessed July 21, 2020. http://www.xinhuanet.com/english/2020-02/06/c_138760527.htm
26. Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan (METI), 2020. Current status of production and supply of face masks, antiseptics and toilet paper. Published April 23, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.meti.go.jp/english/covid-19/mask.html>
27. Worldometer, 2020. COVID-19 Coronavirus Pandemic. Accessed July 21, 2020. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
28. Fadare OO, Wan B, Guo LH, Zhao L. Microplastics from consumer plastic food containers: are we consuming it? *Chemosphere*. 2020; 253:126787. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126787
29. Browne MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). *Environ Sci Technol*. 2008;42(13):5026–5031. doi: 10.1021/es800249a
30. Cole M, Webb H, Lindeque PK, Fileman ES, Halsband C, Galloway TS. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. *Sci Rep*. 2014;4:4528. doi: 10.1038/srep04528
31. Galloway TS, Cole M, Lewis C. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat Ecol Evol*. 2017;1(5):116. doi: 10.1038/s41559-017-0116
32. Rist S, Almroth BC, Hartmann NB, Karlsson TM. A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Sci Total Environ*. 2018;626:720–726. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.092
33. Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ Pollut*. 2013;178:483–492. doi: 10.1016/j.envpol.2013.02.031
34. Reid AJ, Carlson AK, Creed IF, et al. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 2019;94(3):849–873. doi: 10.1111/brv.12480
35. Shen M, Ye S, Zeng G, et al. Can microplastics pose a threat to ocean carbon sequestration? *Mar Pollut Bull*. 2020;150:110712. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110712
36. EU's ban on single-use plastic tableware, cotton buds comes into force. Helsinki Times. Published July 3, 2021. Accessed July 15, 2020. <https://www.helsinkitimes.fi/world-int/19521-eu-s-ban-on-single-use-plastic-tableware-cotton-buds-comes-into-force.html>
37. Policy Paper. Introduction of Plastic Packaging Tax from April 2022. Updated July 20, 2021. Accessed July 15, 2021. <https://www.gov.uk/government/publications/introduction-of-plastic-packaging-tax-from-april-2022/introduction-of-plastic-packaging-tax-2021>
38. Aiello R. Canada banning plastic bags, straws, cutlery and other single-use items by the end of 2021. CTV News. Published October 7, 2020. Accessed July 15, 2020. <https://www.ctvnews.ca/climate-and-environment/canada-banning-plastic-bags-straws-cutlery-and-other-single-use-items-by-the-end-of-2021-1.5135968>
39. Stern AL, Barton LS, Waxman NJ, Bourke C. Maine becomes first state to sign Extended Producer Responsibility Law for packaging, other states with Plastics and Packaging Bills may follow shortly. Published August 11, 2021. Accessed July 15, 2020. <https://www.bdlaw.com/publications/maine-becomes-first-state-to-sign-extended-producer-responsibility-law-for-packaging-other-states-with-plastics-and-packaging-bills-may-follow-shortly/>
40. McClure T. New Zealand to ban most single-use plastics by 2025. The Guardian. Published June 28, 2021. Accessed July 15, 2021. <https://www.theguardian.com/world/2021/jun/28/new-zealand-to-ban-most-single-use-plastics-by-2025>

References

1. Yousefi M, Oskoei V, Jonidi Jafari A, et al. Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: effects and repercussions. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2021;1-10. doi: 10.1007/s11356-021-14214-9
2. National Health Commission of the People's Republic of China and relevant departments joint prevention and control mechanism: all-out efforts to combat COVID-19 epidemic] (in Chinese). The State Council the People's Republic of China. 2020. [Accessed 8 Mar 2020].
3. Maalouf A, Maalouf H. Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. *Waste Manag Res*. 2021 Jun;39(1_suppl):45-55. doi: 10.1177/0734242X211003970. Epub 2021 Apr 2. PMID: 33794685.
4. Schlegel I. How the plastic industry is exploiting anxiety about COVID-19. 2020. Accessed April 7, 2020. <https://www.greenpeace.org/usa/how-the-plastic-industry-is-exploiting-anxiety-about-covid-19/>
5. Van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. 2020;382(16):1564–1567. doi: 10.1056/NEJMc2004973
6. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and its inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect*. 2020;104(3):246–251. doi: 10.1016/j.jhin.2020.01.022
7. Sarkodie SA, Owusu PA. Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environ Dev Sustain*. 2021;23:7951–7960. doi: 10.1007/s10668-020-00956-y
8. Ermolaeva JV. Waste management practices in COVID-19 period. *PRIMO ASPECTU*. 2020;(2(42)):27–39. (In Russ.) doi: 10.35211/2500-2635-2020-2-42-27-39
9. La Agencia de Residuos de Cataluña ha establecido diferentes opciones para tratar los residuos sanitarios en el periodo COVID-19. Accessed July 21, 2020. <https://residus.gencat.cat/es/actualitat/noticies/detall/residus-sanitaris-COVID19-00001>
10. Donchenko VK, Sakharov VA, Sakharova OA. Personal protective equipment waste potentially infected with SARS-CoV-2 – a new global challenge for biological safety. *Formuly Farmatsii*. 2021;3(2):72–77. doi: 10.17816/phf71586
11. OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19). Cities policy responses. Updated July 23, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/cities-policy-responses-fd1053ff/>
12. Municipal Waste Management in European Union COVID-19. Accessed July 21, 2020. <https://www.acrplus.org/en/municipal-waste-management-covid-19>
13. Peeri NC, Shrestha N, Rahman MS, et al. The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned? *Int J Epidemiol*. 2020;49(3):717–726. doi: 10.1093/ije/dyaa033
14. To KK, Tsang OT, Leung WS, et al. Temporal profiles of viral load in posterior oropharyngeal saliva samples and serum antibody responses during infection by SARS-CoV-2: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis*. 2020 May;20(5):565-574. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30196-1
15. Chan JF, Yuan S, Kok KH, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet*. 2020;395(10223):514–523. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30154-9
16. van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, et al. Aerosol and surface stability of HCoV-19 (SARS-CoV-2) compared to SARS-CoV-1. medRxiv [Preprint] 2020;2020.03.09.20033217. Accessed January 25, 2022. doi: 10.1101/2020.03.09.20033217
17. Hirose R, Ikegaya H, Naito Y, et al. Survival of severe acute respiratory syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and influenza virus on human skin:

- importance of hand hygiene in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clin Infect Dis*. 2021;73(11):e4329–e4335. doi: 10.1093/cid/ciaa1517
18. Cruvinel VRN, Marques CP, Cardoso V, *et al.* Health conditions and occupational risks in a novel group: waste pickers in the largest open garbage dump in Latin America. *BMC Public Health*. 2019;19(1):581. doi: 10.1186/s12889-019-6879-x
 19. Elachola H, Assiri AM, Memish ZA. Mass gathering-related mask use during 2009 pandemic influenza A (H1N1) and Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Int J Infect Dis*. 2014;20:77–78. doi: 10.1016/j.ijid.2013.12.001
 20. Yang AP, Seale H, MacIntyre CR, *et al.* Mask-wearing and respiratory infection in healthcare workers in Beijing, China. *Braz J Infect Dis*. 2011;15(2):102–108. doi: 10.1016/S1413-8670(11)70153-2
 21. Elachola H, Ebrahim SH, Gozzer E. COVID-19: Facemask use prevalence in international airports in Asia, Europe and the Americas, March 2020. *Travel Med Infect Dis*. 2020;35:101637. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101637
 22. Li C, Busquets R, Campos LC. Assessment of microplastics in freshwater systems: a review. *Sci Total Environ*. 2020;707:135578. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135578
 23. Barasheed O, Alfelali M, Mushta S, *et al.* Uptake and effectiveness of facemask against respiratory infections at mass gatherings: a systematic review. *Int J Infect Dis*. 2006;47:105–111. doi: 10.1016/j.ijid.2016.03.023
 24. World Health Organization (WHO). Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide. Published March 3, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide#:~:text=The%20World%20Health%20Organization%20has,coronavirus%20and%20other%20infectious%20diseases>.
 25. China focus: mask makers go all out in fight against novel coronavirus. Published February 6, 2020. Accessed July 21, 2020. http://www.xinhuanet.com/english/2020-02/06/c_138760527.htm
 26. Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan (METI), 2020. Current status of production and supply of face masks, antiseptics and toilet paper. Published April 23, 2020. Accessed July 21, 2020. <https://www.meti.go.jp/english/covid-19/mask.html>
 27. Worldometer, 2020. COVID-19 Coronavirus Pandemic. Accessed July 21, 2020. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>
 28. Fadare OO, Wan B, Guo LH, Zhao L. Microplastics from consumer plastic food containers: are we consuming it? *Chemosphere*. 2020; 253:126787. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126787
 29. Browne MA, Dissanayake A, Galloway TS, Lowe DM, Thompson RC. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L). *Environ Sci Technol*. 2008;42(13):5026–5031. doi: 10.1021/es800249a
 30. Cole M, Webb H, Lindeque PK, Fileman ES, Halsband C, Galloway TS. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. *Sci Rep*. 2014;4:4528. doi: 10.1038/srep04528
 31. Galloway TS, Cole M, Lewis C. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat Ecol Evol*. 2017;1(5):116. doi: 10.1038/s41559-017-0116
 32. Rist S, Almroth BC, Hartmann NB, Karlsson TM. A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Sci Total Environ*. 2018;626:720–726. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.092
 33. Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ Pollut*. 2013;178:483–492. doi: 10.1016/j.envpol.2013.02.031
 34. Reid AJ, Carlson AK, Creed IF, *et al.* Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 2019;94(3):849–873. doi: 10.1111/brev.12480
 35. Shen M, Ye S, Zeng G, *et al.* Can microplastics pose a threat to ocean carbon sequestration? *Mar Pollut Bull*. 2020;150:110712. doi: 10.1016/j.marpolbul.2019.110712
 36. EU's ban on single-use plastic tableware, cotton buds comes into force. Helsinki Times. Published July 3, 2021. Accessed July 15, 2020. <https://www.helsinkitimes.fi/world-int/19521-eu-s-ban-on-single-use-plastic-tableware-cotton-buds-comes-into-force.html>
 37. Policy Paper. Introduction of Plastic Packaging Tax from April 2022. Updated July 20, 2021. Accessed July 15, 2021. <https://www.gov.uk/government/publications/introduction-of-plastic-packaging-tax-from-april-2022/introduction-of-plastic-packaging-tax-2021>
 38. Aiello R. Canada banning plastic bags, straws, cutlery and other single-use items by the end of 2021. CTV News. Published October 7, 2020. Accessed July 15, 2020. <https://www.ctvnews.ca/climate-and-environment/canada-banning-plastic-bags-straws-cutlery-and-other-single-use-items-by-the-end-of-2021-1.5135968>
 39. Stern AL, Barton LS, Waxman NJ, Bourke C. Maine becomes first state to sign Extended Producer Responsibility Law for packaging, other states with Plastics and Packaging Bills may follow shortly. Published August 11, 2021. Accessed July 15, 2020. <https://www.bdlaw.com/publications/maine-becomes-first-state-to-sign-extended-producer-responsibility-law-for-packaging-other-states-with-plastics-and-packaging-bills-may-follow-shortly/>
 40. McClure T. New Zealand to ban most single-use plastics by 2025. The Guardian. Published June 28, 2021. Accessed July 15, 2021. <https://www.theguardian.com/world/2021/jun/28/new-zealand-to-ban-most-single-use-plastics-by-2025>

