

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЗВИТИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕРВИСНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В ПЕРИОД ПАНДЕМИИ КОРОНАВИРУСА

Татьяна Анатольевна КОМКИНА ^а,

Марина Геннадьевна ДУБИНИНА ^{б,*}

^а кандидат экономических наук, старший научный сотрудник
лаборатории моделирования экономической стабильности,
Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН),
Москва, Российская Федерация
tania_kom@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9328-0712>
SPIN-код: 6564-8955

^б научный сотрудник лаборатории моделирования экономической стабильности,
Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН),
Москва, Российская Федерация
mgdub@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4578-668X>
SPIN-код: 7084-9662

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 300/2021
Получена 20.05.2021
Получена в
доработанном виде
31.05.2021
Одобрена 19.06.2021
Доступна онлайн
29.07.2021

УДК 338.364.4, 330.4
JEL: O14, O31, O33

Аннотация

Предмет. Особенности развития и распространения сервисной робототехники в период пандемии коронавируса на примере дронов-доставщиков и медицинских дезинфицирующих роботов на основе технологии UVC.

Цели. Выявление основных тенденций развития отдельных видов сервисных роботов в период COVID-19, анализ технико-экономических характеристик, оценка вспомогательных технологий для будущего развития робототехники.

Методология. В ходе исследования применялись методы корреляционного и регрессионного анализа. Для оценки тенденций развития отдельных видов сервисных роботов были использованы данные сайтов компаний – производителей рассматриваемых видов техники.

Результаты. Выявлены основные тенденции в разработке и производстве в период борьбы с коронавирусом отдельных видов сервисных роботов на примере беспилотных летательных аппаратов и медицинских роботов для дезинфекции. Развитие дронов-доставщиков направлено на решение проблем эффективности полета, увеличения его продолжительности, снижения энергопотребления и шума, обеспечения сохранности доставляемых грузов. Разработчики медицинских роботов сфокусированы на экологичности применяемых технологий, оптимизации интерфейса управления, скорости выполнения задач и расширении возможностей отчетности.

Выводы. Пандемия коронавируса ускорила использование дронов-доставщиков в медицинских и гуманитарных целях. Беспилотные летательные аппараты не только доставляют небольшие посылки, но также перевозят образцы тестовых проб и вакцины от коронавируса, что требует оборудования их специальными боксами и поддержания

Ключевые слова:

сервисные роботы,
коронавирус,
дроны-доставщики,
медицинские роботы
для дезинфекции,
техничко-экономические
показатели

определенной температуры. Анализ показал, что пандемия коронавируса повлияла на скорость разработки и внедрения в производство роботов в медицине, рынок медицинских роботов для дезинфекции смещается в сторону производства роботов-дезинфекторов, основанных на использовании ультрафиолетового излучения. Анализ технико-экономических характеристик основных видов дезинфицирующих роботов показал, что наиболее важными характеристиками являются цикл обработки поверхности для достижения максимального дезинфицирующего эффекта, максимальное время работы устройства (без подзарядки), время зарядки, длина волны излучения, вес аппарата.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Комкина Т.А., Дубинина М.Г. Анализ особенностей развития и распространения сервисной робототехники в период пандемии коронавируса // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 7. – С. 1321 – 1342.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1321>

На начало мая 2021 г. в мире было отмечено 153,7 млн случаев заболевания коронавирусом, 3,3 млн человек умерли¹. Пандемия коронавируса выявила нехватку медицинского персонала, лекарственных средств, индивидуальных средств защиты и медицинского оборудования в ряде стран. Система здравоохранения столкнулась со значительным наплывом пациентов, а для замедления распространения заболевания были приняты различные меры, включающие социальное дистанцирование, исключение контактов с заболевшими, закрытие предприятий и магазинов, а где-то и полный локдаун. В этих условиях сервисная робототехника оказалась востребованной как никогда раньше. Использование дронов, медицинских, мобильных, социальных и коллаборативных роботов было признано эффективным решением для успешного лечения, помощи пациентам и врачам, обеспечения безопасности, доставки продуктов и медицинских препаратов нуждающимся [1, 2]. Эти методы были успешно реализованы в некоторых странах и оказались полезными для предотвращения передачи вируса в больницах и крупных мегаполисах. Пандемия коронавируса увеличила рынок роботизированных дезинфицирующих систем, создала дополнительный спрос на роботизированную логистику для компаний и домашних хозяйств.

Нами проведен анализ способов использования и направлений развития отдельных видов сервисных роботов в период продолжающейся пандемии коронавируса. Применены методы оценки технического развития роботизированных систем, построены регрессионные модели зависимости абсолютных и производных технических показателей от года первого полета и типа конструкции беспилотных летательных аппаратов (гибридный или мультироторный) для дронов-доставщиков. Информационную основу исследования составили данные сайтов фирм – производителей сервисных роботов, материалы, публикуемые в периодических научных изданиях, отчеты аналитических компаний, а также данные по стоимости

¹ COVID-19 Coronavirus Pandemic. URL: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>

отдельных роботов из разных источников. В связи с тем, что анализировались новейшие разработки в области производства беспилотных летательных аппаратов для доставки грузов и медикаментов, а также медицинских роботов для дезинфекции, отсутствовали данные об их стоимости, поэтому не представляется возможным провести моделирование цены этих видов роботов от их технических показателей, как это производилось в работах [3, 4].

Актуальность рассматриваемой темы связана с продолжающимся периодом пандемии коронавируса, который вызвал в мире новую волну заболеваний после некоторого спада в феврале 2021 г., и необходимостью соблюдения мер по нераспространению COVID-19.

Эта чрезвычайная ситуация стимулировала исследователей применять роботизированные технологии для помощи в борьбе с заболеванием. В период пандемии коронавируса беспилотные летательные аппараты (БПЛА) широко использовались для контроля и мониторинга в туристическом секторе, здравоохранении, логистике, для дезинфекции помещений и открытых пространств. Требования к социальной дистанции для сдерживания распространения заболевания создали дополнительные возможности использования дронов, не существовавшие до пандемии, и позволили быстрее и тщательнее их тестировать. Среди новых способов использования БПЛА – доставка тестовых проб дронами-доставщиками, трансляция объявлений о безопасности (с помощью встраиваемых в дроны громкоговорителей), проведение температурных проверок (с помощью тепловизоров) и многое другое.

Основной целью использования медицинской робототехники стало повышение производительности, компенсация дефицита медицинского персонала и снижение затрат. Проблемы, возникшие в связи с текущей глобальной пандемией коронавирусной инфекции COVID-19, внесли определенные коррективы в развитие медицинской робототехники. Цель нашего исследования – выявить возможности медицинской робототехники в целом и провести оценку вспомогательных технологий, необходимых для будущего ее развития, а также анализ использования роботов в обеспечении активного контроля над пандемией COVID-19 на примере роботов-дезинфекторов.

Дроны-доставщики – это беспилотные летательные аппараты, способные осуществлять перевозки по воздуху в основном легких грузов (до 3–5 кг). Они работают автономно или удаленно, при этом операторы теоретически контролируют сразу несколько дронов. Среди дронов-доставщиков есть аппараты с фиксированным крылом, с вращающимся и гибридные БПЛА [5].

По оценкам аналитиков компании The Business Research Company, в 2020 г. рынок дронов-доставщиков составлял 445,75 млн долл., к 2021 г. прогнозировался его рост

до 608,24 млн долл. (на 36,45%), а к 2025 г. – до 2,238 млрд долл.². Предполагается, что дальнейший рост в основном будет связан с восстановлением экономической активности после воздействия COVID-19.

Дроны-доставщики используются в электронной коммерции, здравоохранении и в ресторанном бизнесе (для быстрого обслуживания клиентов). По оценкам Gartner, эксплуатационные расходы при доставке дронами как минимум на 70% ниже, чем доставка с помощью автомобилей, при этом намного меньше выбросы в атмосферу³. В 2018 г. на рынок электронной коммерции приходилось 39% рынка дронов-доставщиков, доли рынка медицинских и ресторанных услуг были примерно одинаковы.

Однако в период пандемии коронавируса спрос на доставку дронами медицинских товаров и препаратов существенно вырос. На конец 2020 г. 18 стран использовали беспилотные летательные аппараты для доставки и транспортировки грузов. Некоторые из них сделали это в рамках экспериментов и тестов, другие уже имели опыт доставки грузов с помощью дронов (например, Руанда, Гана и Малави).

Появление вакцин от коронавируса, которые для хранения требуют ультранизких температур (вакцину Pfizer, например, необходимо хранить в морозильных камерах при температуре от –112 до –76 градусов по Фаренгейту⁴) также увеличило спрос на дронов-доставщиков, так как время доставки таких вакцин строго ограничено, и только эти аппараты способны вовремя доставить необходимые препараты в труднодоступные регионы.

Большая часть мирового рынка дронов-доставщиков приходится на Северную Америку (более 45% в 2018 г.). Некоторые компании, получившие специальные разрешения Федерального управления гражданской авиации США (FAA) на этот вид деятельности (Amazon, UPS, Google и DHL), предлагают доставку дронами в труднодоступные районы Северной Америки. Сеть доставки по воздуху Flytrex (Израиль) является одной из немногих в США, которым разрешено осуществлять коммерческие поставки в разные города. Услуга была запущена в мае 2020 г. В последнее время FAA ускоряет процесс утверждения услуг, которые могут помочь во время пандемии COVID-19. Доставка на дом с помощью дронов, не требующая контакта между покупателем и курьером, отвечает всем требованиям санитарной безопасности⁵.

² Delivery Drones Global Market Report 2021: COVID-19 Growth and Change. The Business Research Company. URL: https://www.reportlinker.com/p06036651/Delivery-Drones-Global-Market-Report-COVID-19-Growth-And-Change.html?utm_source=GNW

³ Why Flying Drones Could Disrupt Mobility and Transportation Beyond COVID-19. URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/why-flying-drones-could-disrupt-mobility-and-transportation-beyond-covid-19/>

⁴ Role of medical drones in global COVID vaccine campaign is growing. URL: <https://www.cnbc.com/2021/02/04/role-of-medical-drones-in-global-covid-vaccine-campaign-is-growing.html>

⁵ Drone industry flies higher as COVID-19 fuels demand for remote services. URL: <https://fortune.com/2020/07/13/coronavirus-drones-dji-wing-flytrex-covid-19-pandemic/>

Азиатско-Тихоокеанский регион занимает второе место на мировом рынке дронов для доставки, при этом существенно растет спрос на них в здравоохранении. Использование дронов в начале борьбы с COVID-19 в Китае увеличило скорость доставки тестовых проб более чем на 50% по сравнению с автомобильным транспортом, позволило сократить нехватку персонала⁶. В 2019 г. правительство штата Махараштра (Индия) заключило партнерское соглашение с компанией Zipline о доставке лекарств для оказания неотложной помощи по всему штату с помощью БПЛА компании.

Дроны Zipline активно используются в африканских странах (Гана, Руанда), где нет жесткого ограничения на полеты. В период пандемии автономные дроны Zipline использовались для регулярных перевозок на дальние расстояния тестовых образцов COVID-19 в лаборатории крупнейших городов Ганы, что значительно сокращало время доставки по сравнению с другими видами транспорта [6]. С 2019 г. компания осуществила более 50 тысяч поставок в Гану, в том числе более 1 млн вакцин⁷. Компания имеет распределительные центры в США, Нигерии и на Филиппинах. На февраль 2021 г. за пять лет ее дроны налетали более 4 млн миль и осуществили поставки более 400 тыс. заказчиков. Разработка и производство дронов осуществляется самой компанией Zipline. Аппараты запускаются в полет с помощью электрической катапульты, зона приземления имеет диаметр 5 м. Доставка медикаментов осуществляется на расстояние до 80 км.

Wing Aviation (США), дочерняя компания Google, за период с марта по май 2020 г. получила в 5 раз больше заказов, чем за три предыдущих месяца⁸. Для доставки компания использует гибридный БПЛА, сочетающий фиксированное крыло и мультикоптер. Система выдвижного троса на базе самолета обеспечивает автоматическую доставку посылок массой до 1,5 кг с высоты зависания 7 м⁹.

В табл. 1 представлены семь ведущих мировых компаний – стартапов в сфере доставки грузов с помощью БПЛА.

Начиная с 2017 г., когда в Швейцарии были разрешены автономные полеты дронов для медицинских услуг в любое время, Swiss Post и компания Matternet разработали сеть медицинского транспорта с использованием квадрокоптеров M2 Drone. На апрель 2019 г. эти квадрокоптеры совершили более 3 000 успешных полетов в Лугано, Берне и Цюрихе [7].

Часть компаний, предоставляющих услугу доставки дронами, используют коммерческие БПЛА других компаний, некоторые производят собственные дроны.

⁶ The Current State of Drone Delivery Worldwide. URL: <https://mydroneauthority.com/industry/drone-delivery/>

⁷ Self-flying drones are helping speed deliveries of COVID-19 vaccines in Ghana. URL: <https://www.theverge.com/2021/3/9/22320965/drone-delivery-vaccine-ghana-zipline-cold-chain-storage>

⁸ Celebrating one year of drone delivery in Logan. URL: <https://blog.wing.com/2020/09/celebrating-one-year-of-drone-delivery.html>

⁹ Drone Delivery Under Google's Wing. URL: <https://www.osinto.com/post/drone-delivery-under-googles-wing>

Свои беспилотники разрабатывают компании Amazon, Volans-i, Elroy Air, Flirtey, Drone Delivery Canada и некоторые другие.

Так, компания DHL разрабатывает дроны-доставщики с 2013 г. За это время компания представила четыре модели, называемые Parcelcopter. Дроны Google Wing с 2013 г. также претерпели несколько изменений в конструкции. Все они основаны на схеме фиксированного крыла, но с возможностью зависания, которую обеспечивают подъемные винты. На моделях с 2017 г. конструкция БПЛА включает 12 винтов, но с 2018 г. эти винты сменились с трехлопастных на четырехлопастные, чтобы уменьшить шум при зависании.

Среди дронов-доставщиков есть и российские модели. Например, Fixar 007 с вертикальным взлетом и посадкой способен доставлять грузы массой до 2 кг, в период пандемии коронавируса он занимался доставкой медикаментов, поддерживая температуру перевозки, влажность и другие необходимые условия¹⁰.

В чрезвычайных ситуациях специальные медицинские БПЛА, которые имеют отсек для транспортировки крови и тестовых образцов, могут доставить предметы первой помощи, необходимые лекарства, кровь и медицинское оборудование [8]. Однако в городских условиях при использовании дронов-доставщиков могут возникнуть проблемы потери связи, поиска места приземления, необходимости зарядки и обслуживания дронов между полетами.

Сравнение технических показателей гибридных и мультироторных дронов-доставщиков. Расширение использования дронов-доставщиков выявило технические проблемы их конструкции, такие как зависимость от погодных условий и рельефа местности, проблемы с GPS и точностью посадки. Малое время автономной работы дронов ограничивает дальность полета.

Технические характеристики БПЛА для доставки грузов представлены в табл. 2. Эти 22 модели представляют собой гибридные (10 аппаратов) и мультироторные (12) БПЛА. Сравнение динамики показателей этих двух видов аппаратов осуществлялось с помощью моделей вида:

$$Y = a_1 + a_2 T + a_3 d + a_4 d T, \quad (1)$$

где T – год первого полета модели (2012);

d – фиктивная переменная, равная 1 для гибридных БПЛА, и 0 – для мультироторных.

В качестве Y рассматривались технические характеристики аппаратов, в том числе дальность и продолжительность полета, максимальная скорость, а также

¹⁰ Доставка с помощью грузовых квадрокоптеров. URL: <https://fixar.aero/logistika/>

технические индексы в виде произведения дальности и продолжительности полета на грузоподъемность. Результаты оценивания приведены в *табл. 3*.

Выявлена положительная корреляция рассматриваемых технических показателей с годом выпуска модели, при этом для абсолютных показателей дальности и максимальной скорости полета гибридных дронов-доставщиков получены более высокие базовые значения по сравнению с мультироторными БПЛА. Показатели при фиктивных переменных значимы, что свидетельствует о возможности объединения двух типов БПЛА в одну модель. При этом среднегодовое изменение показателей дальности и максимальной скорости не зависит от типа БПЛА. В среднем за год дальность полета дронов-доставщиков увеличивается на 7 км, а скорость – на 5,4 км/ч.

При моделировании составных показателей получены значимые оценки среднегодовых изменений двух типов дронов при одинаковом базовом уровне. Динамика произведения дальности полета и его продолжительности на грузоподъемность свидетельствует о более высокой эффективности моделей гибридных БПЛА перед мультироторными. В среднем в год этот показатель для гибридных дронов-доставщиков растет на 62,1 км/кг, а для мультироторных – на 31,5 км/кг. Произведение продолжительности полета на максимальную грузоподъемность модели для гибридных дронов-доставщиков в среднем за год увеличивается на 0,7 кг/ч, а у мультироторных моделей – на 0,48 кг/ч (*табл. 3*).

Однако использование дронов для доставки требует значительных инвестиций в инфраструктуру логистических компаний, включая затраты на станции посадки дронов, радиолокационные системы, возможности GPS, воздушный транспортный контроль, стоимость хранения и доступа к данным, созданным с помощью дронов [9]. Средняя цена дрона может составлять от 50 до 500 долл. (в работе [10] при расчете эффективности использования Prime Air компании Amazon стоимость этой модели предполагалась около 3 тыс. долл.), но для осуществления бесперебойных доставок крупным компаниям требуются тысячи таких дронов, а также штат программистов для управления ими. Все эти затраты, а также высокая цена современных технологий, которые необходимы для безопасности полетов БПЛА, приводят к высокой стоимости доставки грузов потребителям. Например, доставка грузов клиентам United Parcel Service (UPS) стоит 12,92 долл. при реальной средней цене доставки одного продукта по маршруту около 2 долл.¹¹. Однако с ростом популярности беспилотников стоимость доставки груза будет снижаться.

Будущий рост рынка дронов-доставщиков зависит от многих факторов, среди которых важное место занимает правовое урегулирование и разрешение на осуществление полетов в гражданском пространстве. Потребность в бесконтактной

¹¹ Delivery Drones Global Market Report 2021: COVID-19 Growth and Change. The Business Research Company. URL: https://www.reportlinker.com/p06036651/Delivery-Drones-Global-Market-Report-COVID-19-Growth-And-Change.html?utm_source=GNW

системе доставки во время пандемии коронавируса и изменения привычек людей в последующие годы могут в значительной степени ускорить рост этого рынка [11].

Медицинская робототехника. В связи с быстрым развитием технологий, преимущественно в области искусственного интеллекта, анализа больших данных и робототехники сервисные роботы стали активно внедряться в сферу медицинских услуг для выполнения различных функций: проведение хирургических операций, биопротезирование, телемедицина [12–14]. Роботизированные системы помогают решить проблемы безопасности и нехватки персонала в учреждениях здравоохранения, способствуют сдерживанию распространения коронавируса, ограничивая контакты потенциальных носителей вируса со здоровыми людьми, помогают в профилактике и диагностике COVID-19, обслуживании и лечении зараженных пациентов [15]. Однако в настоящее время представляется затруднительным строить прогнозы по распространению высокотехнологичной медицинской робототехники в долгосрочной перспективе [16].

Медицинские роботы для дезинфекции и уборки. В связи с глобальной пандемией COVID-19 из-за нового коронавируса SARS-CoV-2 встал вопрос о доступности средств для дезинфекции поверхностей, что способствовало развитию производства роботов для дезинфекции и расширению их сферы применения, в первую очередь в медицинских учреждениях, а также они нашли широкое применение для обработки мест общего пользования [17]. По некоторым оценкам в 2017 г. общий объем рынка роботов-дезинфекторов составлял 67 млн долл. В свете текущих событий размер мирового рынка роботов для дезинфекции может вырасти на 429,25 млн долл. в течение 2020–2024 гг.¹². Разработка данного вида роботов ведется активно во многих странах, однако лидерами являются Китай и США [18]. Среднегодовой темп роста производства роботов для дезинфекции в Китае, по некоторым прогнозам, должен был составить около 28% до 2022 г. – 164 млн долл. в течение пяти лет. Преимуществами применения роботов-дезинфекторов является скорость уборки, автоматизация процесса и экономии средств за счет сокращения количества персонала медицинских учреждений [19, 20]. В настоящее время роботы для дезинфекции не заменяют ручную уборку, но эффективно ее дополняют.

Дезинфекционные роботы классифицируются по способу дезинфекции (ультрафиолетовые лампы, ртутные лампы, распыление дезинфицирующих средств), по типу управления (автономные или дистанционно управляемые). Наиболее быстро растущим сегментом рынка оборудования для дезинфекции является разработка и производство роботов-дезинфекторов, которые выполняют задачи по обеззараживанию помещений с помощью ультрафиолетового излучения (УФ, UVC) с длиной волны около 254 нм, которая обладает значительным бактерицидным действием (зависит от вида микроорганизмов, загрязнения, приложенной энергии и времени воздействия). Преимуществами импульсных УФ-

¹² Environmental Disinfection Robot Market by Technology and Geography – Forecast and Analysis 2020–2024.
URL: <https://www.technavio.com/report/environmental-disinfection-robot-market-industry-analysis>

установок являются: эффективность (до 99,9%); экологичность – отсутствие химикатов и ртути; сеанс обработки помещений аппаратами проводится в условиях отсутствия людей и персонала (минимизируется дополнительное попадание в помещение бактерий); в процессе обработки в воздухе не образуются вредные химические вещества (канцерогены, аллергены и др.); значительно снижается время обработки помещений (импульсным ксеноновым лампам не требуется дополнительного времени на разогрев в отличие от ртутных бактерицидных ламп низкого давления). По данным на 2017 г., 87% рынка дезинфицирующих роботов занимали устройства, применяющие ультрафиолетовое излучение, 13% – роботы, применяющие распыление антисептиков. В табл. 4 представлены объем финансирования по годам ведущих стартапов по производству дезинфицирующих роботов на основе технологии UVC.

Согласно отчету Allied Market Research¹³, глобальный рынок оборудования для УФ-дезинфекции оценивался в 1,1 млрд долл. в 2018 г. и может достигнуть 3,4 млрд долл. к 2026 г., в период 2019–2026 гг. среднегодовой темп роста может составить 15%. В условиях пандемии данное соотношение может измениться. В настоящее время роботы-дезинфекторы используются в местах массового скопления людей (транспорт, торговые центры, детские сады, школы, дома престарелых).

Следует отметить наличие значительной конкурентной среды на рынке дезинфицирующих роботов для борьбы с внутрибольничной инфекцией. Лидирующими компаниями на мировом рынке роботов-дезинфекторов¹⁴ до начала пандемии являлись Blue Ocean Robotics, Ecolab Inc., Finsen Technologies Ltd., Mediland Enterprise Corp., Professional Disposables International Inc., Steriliz LLC, STERIS Plc, Surfacing, Clorox Co. и Xenex Disinfection Services LLC. Далее представлен обзор технико-экономических характеристик основных видов дезинфицирующих роботов (работающих на основе технологии УФ-излучения), применяемых в медицинских целях.

Компания UVD Robots (Дания, подразделение компании Blue Ocean Robotics), основана в 2016 г., однако с 2014 г. уже были начаты разработки первого прототипа робота с УФ-излучением. Продукция компании поставляется в более чем 60 стран¹⁵. Во время пандемии коронавируса на волне беспрецедентного спроса на автономных дезинфицирующих роботов для больниц в 2020 г. компанией UVD Robots был запущен выпуск третьего поколения роботов для дезинфекции UV-C, модель C, а на 2021 г. подписано соглашение о поставке 200 роботов для УФ-дезинфекции для

¹³ UV Disinfection Equipment Market Outlook – 2027.

URL: www.alliedmarketresearch.com/UV-disinfection-equipment-market

¹⁴ Global Environmental Disinfection Robot Market 2018–2022. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20190107005416/en/Global-Environmental-Disinfection-Robot-Market-2018-2022-Innovations-in-Deployment-Models-to-Boost-Growth-Technavio>

¹⁵ Danish UVD Robots Wins International Design Award.

URL: <https://www.blue-ocean-robotics.com/news/uvd-robots-wins-if-design-award>

больниц в ЕС¹⁶. Модель UVD Robots С третьего поколения имеет несколько новых функций, которые повышают уровень защиты и улучшают дезинфекцию, поставляется с лазерными сканерами и 3D-камерами, составляет тепловую карту и карту помещения для оператора, способен уничтожить 99,9% всех бактерий в течение 10 минут, имеет покрытие 360°, УФ-длина волны 254 нм (UVC light), время зарядки аккумулятора – 3 часа, время работы от одной зарядки УФ-модуля 2–2,5 часа (9–10 помещений) и мобильной платформы до 8 часов, скорость мобильной платформы до 5,4 км/ч, время зарядки аккумулятора 6 часов, вес 140 кг, связь осуществляется на основе Wi-Fi и приложения, управляется с помощью GPS¹⁷. Стоимость UVD Robots составляет 80–90 тыс. долл.

Компания Xenex Disinfection Services (США), основанная в 2009 г., производит роботов-дезинфекторов на основе ультрафиолетовых технологий с 2012 г. Роботы-дезинфекторы Xenex успешно использовались для борьбы с вирусом Эбола в стационарах США в 2015 г. В настоящее время выпускаются две разновидности роботов Xenex – LightStrike и LightStrike Disinfection Pod (портативная модель). В Xenex LightStrike применяется ксеноновая лампа с полным бактерицидным спектром (200–315 нм), особая система фокусировки ультрафиолетового света, система записи на устройстве и онлайн-управление для отслеживания и анализа, скорость уничтожения вируса SARS-CoV-2 на 1 метре для твердых поверхностей составляет 2 мин. Стоимость LightStrike составляет около 125 тыс. долл. По данным компании¹⁸, в первом квартале 2020 г. по сравнению со всем 2019 г. рост числа заказов на LightStrike составил 400%, в связи с этим компания увеличила размер производственных мощностей в два раза, а также заключила с корпорацией Astronics (ведущий поставщик передовых технологий для глобальной аэрокосмической, оборонной и других критически важных отраслей) контракт на 20 млн долл. на оказание помощи в производстве роботов Xenex LightStrike¹⁹. В декабре 2020 г. было объявлено о запуске шестого поколения роботов LightStrike6 (LS6), отличающегося от предыдущих поколений более простым и интуитивным интерфейсом управления, скоростью и расширенными возможностями отчетности. Следует отметить, что компания Xenex во время пандемии помимо американских больниц поставляла дезинфицирующих роботов пятого поколения в более чем 500 больниц Китая, а также в больницы Италии, Испании, Германии и в другие страны.

Вирусная инфекция, вызванная COVID-19, значительно повлияла на активизацию разработок роботов-дезинфекторов многими компаниями.

Компания Shenzhen Casun Intelligent Robot Co, Ltd (Китай), основанная в 2007 г., является одним из ведущих производителей мобильных промышленных и

¹⁶ UVD Robots Wins EU Contract to Deploy 200 Robots in European Hospitals.

URL: <https://www.uvd-robots.com/blog/wins-eu-contract>

¹⁷ UVD Robots ApS. URL: <https://www.uvd-robots.com/>

¹⁸ Xenex. URL: <https://www.xenex.com>

¹⁹ Xenex Awards Exclusive Contract to Astronics for Manufacturing Support of LightStrike Disinfecting Robots.

URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20201030005133/en>

складских роботов в Китае, на фоне борьбы с пандемией разработала в середине 2020 г. и начала массовый выпуск робота-дезинфектора Casun ARIS K2 (может применяться для обработки больших площадей). Данный вид работает в двух режимах: днем действует как настраиваемый роботизированный инфракрасный монитор температуры тела; ночью робот, перемещаясь по помещению на мобильной платформе, производит обеззараживание путем облучения УФ (UVC). Для перемещения робота применена интеллектуальная лазерная SLAM-навигация с построением карты помещения для обработки всех его частей со многих точек. Время работы Casun ARIS K2 составляет 6 часов, время зарядки аккумулятора – 2,5 часа, суммарная мощность УФ ламп – 180 Вт, интенсивность УФ-излучения – до 270 нм, время дезинфекции в одной точке – 10 мин. с радиусом покрытия 6–10 м, связь осуществляется дистанционно на основе Wi-Fi, голосовым интеркомом, масса прибора (включая аккумулятор) – 50 кг²⁰.

Компания Mediland Enterprise Corp. (Тайвань, Китай), основана в 1984 г., является одним из ведущих производителей медицинского оборудования, в 2020 г. запустила в производство серию роботов Hyper Light R (может перемещаться по заранее установленному маршруту). Эти роботы имеют высокую мощность излучения – 253,7 нм, длительный срок службы ламп (6 шт., 12 тыс. ч для ламп) и стабильную мощность, время работы цикла – от 5 до 15 мин., радиус действия – 5 м, запатентованные вращающиеся защитные отражатели; имеется возможность хранить информацию по работе робота-дезинфектора на удаленных платформах и в облачном хранилище.

В мире многие стартапы в 2020–2021 гг. анонсировали разработки и начало производства роботов-дезинфекторов, некоторые компании начали переоборудовать мобильных роботов, применяемых в промышленности для перемещения грузов, товаров и материалов (AGV), в роботов-дезинфекторов, оборудуют их датчиками присутствия человека и мощными УФ-лампами. Степень автономности роботов и технические характеристики зависят от вида платформы, на которой они созданы. Инженеры Массачусетского технологического института (США) совместно с компанией Ava Robotics которая специализируется на разработке роботов для коммерческого использования на базе уже готовой платформы в 2021 г. запустили в производство робота-дезинфектора Ava's UV Disinfection Robot, укомплектованного четырьмя УФ-лампами (работает в автоматическом режиме), производительность составляет 380 м² за 30 мин., скорость передвижения 0,5 км/ч. В России лаборатория робототехники Сбербанка на базе робота-курьера разработала прототип робота-дезинфектора, который оборудован УФ-лампами суммарной мощностью 60–100 Вт, производительностью 20 м² за 10 мин., время автономной работы до 8 ч, управляется удаленно через приложение и через монитор. Робот пока тестируется в медицинских центрах и в офисах самого Сбербанка, данных о массовом производстве таких роботов пока нет в открытых источниках.

²⁰ НИССА Инжиниринг. URL: <https://nissa-eng.ru/>

Анализ технико-экономических характеристик основных видов дезинфицирующих роботов (работающих на основе технологии УФ-излучения) показал, что наиболее важными характеристиками являются цикл обработки поверхности для достижения максимального дезинфицирующего эффекта, максимальное время работы устройства (без подзарядки), время зарядки, длина волны излучения (нм), вес аппарата вместе с аккумулятором.

Другие направления применения медицинских роботов в период борьбы с коронавирусом. Медицинские роботы-помощники стали одним из перспективных направлений автоматизации медицинских учреждений в условиях борьбы с коронавирусом. В данном виде роботизированных систем используется технология 5G (операторы связи специально для этих целей развернули сети пятого поколения в медицинских центрах), система распознавания лиц, усовершенствованы системы навигации, активно стали использоваться и модернизироваться роботы-телеоператоры. Роботизированные автономные системы начали использоваться в общественном транспорте в Китае, Сингапуре во время вспышки вирусной инфекции, вызванной COVID-19, для измерения температуры и распознавания лиц. Анализ показал, что стоимость таких роботизированных систем препятствует внедрению медицинских роботов-помощников в больницы без субсидий со стороны государства, при этом они могут восполнить кадровый дефицит медицинских учреждений, улучшить возможности обследования в клиниках и снизить риск заражения, в первую очередь медицинского персонала.

Логистические медицинские роботы также позволяют автоматизировать работу персонала больницы, используются для доставки лекарств и других предметов, могут быть интегрированы в систему распределения и учета лекарств, повышают производительность и безопасность в медицинских учреждениях. Примерами логистических медицинских роботов, производство которых уже начато, являются робот-доставщик HOSPI компании Panasonic (Япония), логистические роботы TransCar и Relay концерна Swisslog (Швейцария, входит в KUKA Group), автономный мобильный робот TUG компании Aethon (США), мобильный коллаборативный робот YuMi, (производится в Медицинском исследовательском центре ABB Group на базе Института инноваций Техасского медицинского центра (ТМС) в Хьюстоне, США). Анализ логистических медицинских роботов показал, что наиболее важными их характеристиками являются длительность времени работы (без подзарядки), время зарядки, скорость, современная система безопасности (для предотвращения несанкционированного доступа к содержимому робота) и система навигации.

Уроки, извлеченные в период пандемии COVID-19, когда дроны оказались полезными для общества, могут способствовать обновлению правил использования беспилотных летательных аппаратов и не в кризисное время. Поскольку некоторые формы физического дистанцирования, вероятно, сохранятся в течение некоторого времени, дроны-доставщики могут иметь постоянный спрос. Использование дронов

для доставки товаров вместо автомобилей в городских условиях будет способствовать улучшению экологической обстановки. Однако при этом надо учитывать проблемы конфиденциальности, фрагментации управления воздушным пространством на малых высотах, тщательно продумать безопасность при транспортировке дронами хрупких или опасных предметов, обеспечить защиту от кибератак.

Кроме того, необходимо выбрать наилучшую схему для БПЛА-доставщика. Компактные мультироторные дроны, подходящие для точной доставки, слишком энергоемки. Они допускают ограниченную полезную нагрузку, и масса этой нагрузки напрямую влияет на время полета на одной зарядке. Кроме того, летные характеристики таких дронов существенно зависят от погодных условий, от скорости ветра, наличия осадков. Гибридные БПЛА быстрее, более устойчивы к погодным условиям, но менее точны и стоят дороже мультироторных, а значит, доставка с их помощью также будет дороже.

Проведенный анализ показывает, что рынок медицинских роботов смещается в сторону производства более экологичных роботов-дезинфекторов, основанных на использовании ультрафиолетового излучения (UVC), с длиной волны около 254 нм, для всех роботов последнего поколения характерно наличие мощных УФ-ламп в количестве от 4 до 12, быстрое время обработки – от 2 до 15 мин., вес установки от 50 до 140 кг, автоматический расчет времени обработки, наличие защитных систем для человека, наличие контроля за результатами обработки (встроенные или внешние сенсоры УФ), интуитивное управление через приложение, наличие GPS навигации.

Пандемия коронавируса повлияла на скорость разработки и внедрения в производство роботов в медицине. В дальнейшем для расширения возможностей их применения необходимо внесение изменений в конструкции больниц для оптимизации передвижения роботов в больничной среде, а также проведение клинических испытаний в медицинских учреждениях для преодоления существующих ограничений и поиска способов интеграции новых технологий в больницах. В России определенные ограничения для разработки и внедрения роботов-дезинфекторов накладывают существующие санитарно-эпидемиологические требования к организации и осуществлению дезинфекционной деятельности (СП 3.5.1378-03, 2003 г.), так как для использования данного вида оборудования необходимо специальное разрешение и требуется обязательное участие обученного медицинского персонала.

Таблица 1**Ведущие компании-стартапы, предоставляющие услуги доставки дронами, на октябрь 2020 г.****Table 1****Leading startups providing drone delivery services, as of October 2020**

Компания	Страна	Год основания	Объем финансирования, млн долл.	Доставляемые товары в период пандемии коронавируса
Zipline	США	2014	251	Медицинские товары и вакцины
Matternet	США	2011	34	Товары весом менее 2 кг
Elroy Air	США	2016	21	Коммерческие и военные грузы в труднодоступные районы
Flirtey	США, Австралия	2013	16	Доставка «последней мили», тесты на COVID-19
Flytrex	Израиль	2013	11	Доставка части товаров Walmart в Северной Каролине
Volans-i	США	2015	20	Доставка лекарств с контролируемой температурой
Manna	Ирландия	2019	18	Продукты

Источник: Top Delivery Drones Startups.URL: <https://tracxn.com/d/trending-themes/Startups-in-Delivery-Drones>*Source:* Top Delivery Drones Startups.URL: <https://tracxn.com/d/trending-themes/Startups-in-Delivery-Drones>**Таблица 2****Технические характеристики БПЛА для доставки грузов****Table 2****Technical characteristics of UAVs for cargo delivery**

№ п/п	Модель	Компания	Страна	Год первого полета	Размах крыла, м	Дальность полета, км
1	Zipline 1	Zipline	США	2016	...	60
2	Google Wing	Alphabet	США	2017	1	20
3	Wingcopter 178	Wingcopter	Германия	2017	1,78	90
4	Parcelcopter 4.0	DHL	Германия	2018	1,78	65
5	Zipline 2	Zipline	США	2018	3,7	80
6	Voly C-10 Gen1	Volans-i	США	2019	2,93	64
7	OUTDOOR	FiXar	Россия	2020	1,54	60
8	Voly C-10 Gen2	Volans-i	США	2020	...	80
9	ROBIN XL	DDC	Канада	2021	...	60
10	Wingcopter 198	Wingcopter	Германия	2021	1,98	95
11	Parcelcopter 1.0	DHL	Германия	2013	1,03	1
12	Parcelcopter 2.0	DHL	Германия	2014	1,03	12
13	Horsefly	Workhorse	США	2015	...	2
14	Flirtey	Flirtey	США	2016	0,5	5
15	Parcelcopter 3.0	DHL	Германия	2016	2,2	8,3
16	Sparrow	DDC	Канада	2017	...	30
17	M2 Drone	Matternet	США	2017	...	20
18	Prime Air	Amazon	США	2018	0,914	24
19	FiXar 005	FiXar	Россия	2019	1,54	50
20	FiXar 007	FiXar	Россия	2020	1,625	60
21	M200 V2	DJI	Китай	2019	0,643	50
22	YURUN	UVL Robotics	Россия	2020	...	50

Продолжение таблицы

№ п/п	Максимальная скорость, км/ч	Максимальная грузоподъемность, кг	Максимальная взлетная масса, кг	Продолжительность полета, ч	Тип БПЛА
1	100	1,5	10	0,75	Н
2	113	1,5	25	0,18	Н
3	130	2	18	1,3	Н
4	130	4	...	0,5	Н
5	128	6	21	0,75	Н
6	110	4,54	...	0,75	Н
7	120	2	...	1	Н
8	130	4,54	...	1	Н
9	130	11,3	80	0,57	Н
10	150	5,8	25	1	Н
11	43	1,2	...	...	М
12	43	1,2	...	0,28	М
13	74	4,535	10,389	...	М
14	35	1	10	0,14	М
15	70	2	...	0,12	М
16	80	4,5	25	0,375	М
17	36	2	...	...	М
18	80,5	2,25	25	0,5	М
19	97,2	1	5	0,83	М
20	97,2	2	7	1	М
21	81	1,45	6,14	0,63	М
22	50	5	...	1	М

Примечание. Н – гибридный БПЛА, М – мультикоптер (с 4 и более винтами).

Источник: DHL Express – Excellence. Simply Delivered.

URL: <https://www.logistics.dhl.ru/content/dam/dhl/local/ru/dhl-express/documents/pdf/ru-ru-express-delivered-by-dhl-027.pdf>; Fixar 007 Outdoor. Professional Drone.URL: <https://fixar.pro/outdoor-en/>

Source: DHL Express – Excellence. Simply Delivered.

URL: <https://www.logistics.dhl.ru/content/dam/dhl/local/ru/dhl-express/documents/pdf/ru-ru-express-delivered-by-dhl-027.pdf>; Fixar 007 Outdoor. Professional Drone. URL: <https://fixar.pro/outdoor-en/>**Таблица 3****Оценка параметров модели (1) для разных технических показателей****Table 3****Estimation of model parameters (1) for different technical indicators**

Характеристики	a_1	a_2	a_3	a_4	R^2
Дальность полета	-9,04 (-0,92)	7,01 (4,06)	29,45 (3,95)	...	0,74
Максимальная скорость полета	38,7 (3,9)	5,38 (3,1)	49,39 (6,5)	...	0,81
Дальность × грузоподъемность	-101,96 (-1,4)	31,5 (2,3)	...	30,64 (3,7)	0,68
Продолжительность полета × грузоподъемность	-1,35 (-1,8)	0,48 (3,3)	...	0,22 (2,5)	0,67

Примечание. В скобках – *t*-статистика.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4

Ведущие компании-стартапы по производству дезинфицирующих роботов на основе технологии UVC, на март 2021 г.

Table 4

Leading startups producing UV-disinfection robot production, as of March 2021

Компания, год основания	Объем финансирования по годам, млн долл.								Объем финанси- рования, всего, млн долл.	Специализация
	2012	2013	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Xenex Disinfection Services (США), 2009	9,2	11,3	25	3	38	5	–	–	91,5	Системы дезинфекции помещений медицинских учреждений
Blue Ocean Robotics ApS (Дания), 2016	–	–	–	8,46	–	17,96	24,16	19,4	69,98	Профессиональные сервисные роботы в сферах здравоохранения, строительства и сельского хозяйства

Источник: Golden API. URL: <https://golden.com>

Source: Golden API. URL: <https://golden.com>

Список литературы

1. Fong S.J., Dey N., Chaki J. AI-Enabled Technologies that Fight the Coronavirus Outbreak. In: Artificial Intelligence for Coronavirus Outbreak. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology. Springer, Singapore, 2021.
URL: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5936-5_2
2. Ефимов А.Р. и др. Практическое применение роботов и сопутствующих технологий в борьбе с пандемией COVID-19 // Робототехника и техническая кибернетика. 2020. Т. 8. № 2. С. 87–100. URL: <https://doi.org/10.31776/RTCJ.8201>
3. Варшавский А.Е., Дубинина В.В. Основные тенденции изменения технико-экономических показателей промышленных роботов // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. Вып. 10. С. 1916–1935.
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.10.1916>
4. Merkert R., Bushell J. Managing the drone revolution: A systematic literature review into the current use of airborne drones and future strategic directions for their effective control. *Journal of Air Transport Management*, 2020, vol. 89, no. 101929.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101929>
5. Комкина Т.А., Никонова М.А., Дубинина М.Г. Техничко-экономический анализ отдельных видов сервисных роботов // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. Вып. 10. С. 1965–1986.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.10.1965>

6. *Lamprey E., Serwaa D.* The Use of Zipline Drones Technology for COVID-19 Samples Transportation in Ghana. *HighTech and Innovation Journal*, 2020, vol. 1, no. 2, pp. 67–71. URL: <http://dx.doi.org/10.28991/HIJ-2020-01-02-03>
7. *Poljak M., Šterbenc A.* Use of drones in clinical microbiology and infectious diseases: current status, challenges and barriers. *Clinical Microbiology and Infection*, 2020, vol. 26, iss. 4, pp. 425–430. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.09.014>
8. *Euchi J.* Do drones have a realistic place in a pandemic fight for delivering medical supplies in healthcare systems problems? *Chinese Journal of Aeronautics*, 2021, vol. 34, iss. 2, pp. 182–190. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2020.06.006>
9. *Hiebert B., Nouvet E., Jeyabalan V., Donelle L.* The Application of Drones in Healthcare and Health-Related Services in North America: A Scoping Review. *Drones*, 2020, vol. 4, no. 3. URL: <https://doi.org/10.3390/drones4030030>
10. *Sudbury A.W., Hutchinson B.* A Cost Analysis of Amazon Prime Air (Drone Delivery). *Journal For Economic Educators*, 2016, vol. 16, iss. 1, pp. 1–12. URL: <http://capone.mtsu.edu/jee/2016/pp1-12ms615.pdf>
11. *Yoganandhan A., Rajesh Kanna G., Subhash S.D., Hebinson J.* Retrospective and prospective application of robots and artificial intelligence in global pandemic and epidemic diseases. *Vacunas*, 2021, vol. 22, iss. 2, pp. 98–105. URL: <https://doi.org/10.1016/j.vacun.2020.12.004>
12. *Варшавский А.Е.* Проблемы развития прогрессивных технологий: робототехника // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2017. Т. 8. № 4. С. 682–697. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-progressivnyh-tehnologiy-robototekhnika/viewer>
13. *Комкина Т.А., Яркин А.П.* Анализ особенностей развития высокотехнологичной медицинской робототехники // Концепции. 2020. № 1. URL: http://concept.cemi.rssi.ru/1-39-2020/Komkina_T.A.,Yarkin_A.P..pdf
14. *Johnson M.J., Bui K., Rahimi N.* Medical and Assistive Robotics in Global Health. In: Haring R., Kickbusch I., Ganten D., Moeti M. (eds) *Handbook of Global Health*. Springer, Cham, 2021. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05325-3_76-1
15. *Seidita V., Lanza F., Pipitone A., Chella A.* Robots as intelligent assistants to face COVID-19 pandemic. *Briefings in Bioinformatics*, 2021, vol. 22, iss. 2, pp. 823–831. URL: <https://doi.org/10.1093/bib/bbaa361>
16. *Raeiszadeh Milad, Babak Adeli.* A Critical Review on Ultraviolet Disinfection Systems against COVID-19 Outbreak: Applicability, Validation, and Safety Considerations. *ACS Photonics*, 2020, vol. 7, iss. 11, pp. 2941–2951. URL: <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.0c01245>

17. Sangeetha S., Poornima D. Robotic Technology for Pandemic Situation. In: Khosla P.K., Mittal M., Sharma D., Goyal L.M. (eds) *Predictive and Preventive Measures for Covid-19 Pandemic. Algorithms for Intelligent Systems*. Springer, Singapore, 2021. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-33-4236-1_15
18. Diab-El Schahawi M., Zingg W., Vos M. et al. Ultraviolet disinfection robots to improve hospital cleaning: Real promise or just a gimmick? *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 2021, vol. 10, iss. 33. URL: <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00878-4>
19. Guettari M., Gharbi I., Hamza S. UVC disinfection robot. *Environmental Science and Pollution Research*, Springer, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11184-2>
20. Cresswell K., Sheikh A. Can disinfection robots reduce the risk of transmission of SARS-CoV-2 in health care and educational settings? *Journal of Medical Internet Research*, 2020, vol. 22, iss. 9. URL: <https://doi.org/10.2196/20896>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Integrated Economic-Socio-Ecological Analysis

ANALYZING THE FEATURES OF SERVICE ROBOTICS DEVELOPMENT AND DISTRIBUTION DURING THE CORONAVIRUS PANDEMIC

Tat'yana A. KOMKINA ^a,

Marina G. DUBININA ^{b,*}

^a Central Economics and Mathematics Institute RAS (CEMI RAS),
Moscow, Russian Federation
tania_kom@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9328-0712>

^b Central Economics and Mathematics Institute RAS (CEMI RAS),
Moscow, Russian Federation
mgdub@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4578-668X>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 300/2021
Received 20 May 2021
Received in revised form
31 May 2021
Accepted 19 June 2021
Available online
29 July 2021

JEL classification: O14,
O31, O33

Keywords: service robot,
coronavirus, delivery
drone, medical robot for
disinfection, technical
and economic
performance

Abstract

Subject. The work analyzes the features of service robotics development and distribution during the coronavirus pandemic, using the case of delivery drones and UVC disinfection robots.

Objectives. The aim is to identify the main trends in the development of certain types of service robots during the COVID-19 period, analyze technical and economic characteristics, assess assistive technologies for the future development of robotics.

Methods. The study draws on methods of correlation and regression analysis. To assess the development trends of certain types of service robots, we apply website data of manufacturers of the equipment under consideration.

Results. We unveil major trends in the development and production of certain types of service robots during the fight against coronavirus, using the case of unmanned aerial vehicles and disinfection robots. The development of delivery drones is aimed at solving the problems of flight efficiency, increasing the flight time, reducing the energy use and noise, and ensuring the safety of delivered goods. Medical robotics developers focus on streamlining the management interface, increasing the speed of task execution, enhancing the reporting abilities.

Conclusions. Our analysis shows that the coronavirus pandemic affected the speed of development and implementation of robots in medicine. The market is shifting towards the production of UV-disinfection robots. The most important technical and economic characteristics of the main types of disinfection robots are the surface treatment cycle to achieve the maximum disinfecting effect, maximum operating time (without recharging), charging time, wavelength of radiation, weight of device.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Komkina T.A., Dubinina M.G. Analyzing the Features of Service Robotics Development and Distribution During the Coronavirus Pandemic. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 7, pp. 1321–1342.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1321>

References

1. Fong S.J., Dey N., Chaki J. AI-Enabled Technologies that Fight the Coronavirus Outbreak. In: *Artificial Intelligence for Coronavirus Outbreak. Springer Briefs in Applied Sciences and Technology*. Springer, Singapore, 2021.
URL: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5936-5_2.
2. Efimov A.R. et al. [Practical use of robots and related technologies in counteraction to COVID-19 pandemic]. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika = Robotics and Technical Cybernetics*, 2020, vol. 8, no. 2, pp. 87–100. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.31776/RTCJ.8201>
3. Varshavskii A.E., Dubinina V.V. [Principal trends in feasibility indicators of industrial robots]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2018, vol. 14, iss. 10, pp. 1916–1935. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.14.10.1916>
4. Merkert R., Bushell J. Managing the drone revolution: A systematic literature review into the current use of airborne drones and future strategic directions for their effective control. *Journal of Air Transport Management*, 2020, vol. 89, no. 101929.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101929>
5. Komkina T.A., Nikonova M.A., Dubinina M.G. [Technical and economic analysis of certain types of service robots]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, iss. 10, pp. 1965–1986. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.10.1965>
6. Lamptey E., Serwaa D. The Use of Zipline Drones Technology for COVID-19 Samples Transportation in Ghana. *HighTech and Innovation Journal*, 2020, vol. 1, no. 2, pp. 67–71. URL: <http://dx.doi.org/10.28991/HIJ-2020-01-02-03>
7. Poljak M., Šterbenc A. Use of drones in clinical microbiology and infectious diseases: Current status, challenges and barriers. *Clinical Microbiology and Infection*, 2020, vol. 26, iss. 4, pp. 425–430. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.09.014>
8. Euch J. Do drones have a realistic place in a pandemic fight for delivering medical supplies in healthcare systems problems? *Chinese Journal of Aeronautics*, 2021, vol. 34, iss. 2, pp. 182–190. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cja.2020.06.006>
9. Hiebert B., Nouvet E., Jeyabalan V., Donelle L. The Application of Drones in Healthcare and Health-Related Services in North America: A Scoping Review. *Drones*, 2020, vol. 4, no. 3. URL: <https://doi.org/10.3390/drones4030030>

10. Sudbury A.W., Hutchinson B. A Cost Analysis of Amazon Prime Air (Drone Delivery). *Journal For Economic Educators*, 2016, vol. 16, iss. 1, pp. 1–12.
URL: <http://capone.mtsu.edu/jee/2016/pp1-12ms615.pdf>
11. Yoganandhan A., Rajesh Kanna G., Subhash S.D., Hebinson J. Retrospective and prospective application of robots and artificial intelligence in global pandemic and epidemic diseases. *Vacunas*, 2021, vol. 22, iss. 2, pp. 98–105.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.vacun.2020.12.004>
12. Varshavskii A.E. [Problems of the development of advanced technologies: Robotics]. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*, 2017, vol. 8, no. 4, pp. 682–697.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-razvitiya-progressivnyh-tehnologiy-robototekhnika/viewer> (In Russ.)
13. Komkina T.A., Yarkin A.P. [Analysis of the features of the development of high-tech medical robotics]. *Conceptii*, 2020, no. 1. URL: http://concept.cemi.rssi.ru/1-39-2020/Komkina_T.A.,Yarkin_A.P..pdf (In Russ.)
14. Johnson M.J., Bui K., Rahimi N. Medical and Assistive Robotics in Global Health. In: Haring R., Kickbusch I., Ganten D., Moeti M. (eds) *Handbook of Global Health*. Springer, Cham, 2021. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05325-3_76-1
15. Seidita V., Lanza F., Pipitone A., Chella A. Robots as intelligent assistants to face COVID-19 pandemic. *Briefings in Bioinformatics*, 2021, vol. 22, iss. 2, pp. 823–831.
URL: <https://doi.org/10.1093/bib/bbaa361>
16. Raeiszadeh Milad, Babak Adeli. A Critical Review on Ultraviolet Disinfection Systems against COVID-19 Outbreak: Applicability, Validation, and Safety Considerations. *ACS Photonics*, 2020, vol. 7, iss. 11, pp. 2941–2951.
URL: <https://doi.org/10.1021/acsphotonics.0c01245>
17. Sangeetha S., Poornima D. Robotic Technology for Pandemic Situation. In: Khosla P.K., Mittal M., Sharma D., Goyal L.M. (eds) *Predictive and Preventive Measures for Covid-19 Pandemic. Algorithms for Intelligent Systems*. Springer, Singapore, 2021.
URL: https://doi.org/10.1007/978-981-33-4236-1_15
18. Diab-El Schahawi M., Zingg W., Vos M. et al. Ultraviolet disinfection robots to improve hospital cleaning: Real promise or just a gimmick? *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 2021, vol. 10, iss. 33.
URL: <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00878-4>
19. Guettari M., Gharbi I., Hamza S. UVC disinfection robot. *Environmental Science and Pollution Research*, Springer, 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11184-2>

20. Cresswell K., Sheikh A. Can disinfection robots reduce the risk of transmission of SARS-CoV-2 in health care and educational settings? *Journal of Medical Internet Research*, 2020, vol. 22, iss. 9.
URL: <https://doi.org/10.2196/20896>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.