

ДРОНЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

А. А. ЗМУШКО, А. В. КИРЧЕНКО

*РУП «Институт плодоводства»,
ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,
e-mail: belhort@belsad.by*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Дроны – роботы, отличительной чертой которых является способность к полету. Они представляют собой коптеры с 4, 6, 8 винтами. Дроны, используемые в сельском хозяйстве, иногда называют агродронами. В сельском хозяйстве они могут выполнять ряд функций: 1) мониторинг посадок (при этом обладают способностью осуществлять следующие операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование); 2) использоваться для борьбы с вредителями и болезнями; 3) применяться для прореживания цветков или плодов; 4) использоваться для посадки семян; 5) орошать места, где не хватает влаги; 6) вносить удобрения; 7) использоваться для опыления растений; 8) осуществлять анализ состояния почвы.

Ключевые слова: дроны, агродроны, коптеры, беспилотные летательные аппараты, мониторинг посадок.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Дроны – роботы, отличительной чертой которых является способность к полету (рис. 1).

Дроны – коптеры с 4, 6, 8 винтами. Главные отличия между беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) с фиксированным крылом и коптерами лежат в характеристиках дальности и стабильности полета, подъемном весе, способе запуска и посадки, цене и т. д. [1].

Дроны можно оборудовать большими резервуарами, которые могут быть заполнены удобрениями, гербицидами или пестицидами. Они способны функционировать автономно и могут быть запрограммированы для полета по определенному графику и маршруту [2]. Кроме того, их часто используют для мониторинга посадок. Преимущества этой техники: работает в воздухе и не зависит от рельефа, удаленное управление и избегание контакта с пестицидами, высокая эффективность и низкая стоимость. Среди стран, где сейчас происходит активное использование сельскохозяйственных беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС. В 2017 г. 2,5 тыс. дронов компании Yamaha обрабатывали 42 % рисовых полей Японии [3, 4].

Дроны, используемые в сельском хозяйстве, иногда называют агродронами. Рассмотрим цели, для которых могут применять дроны.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРОНОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Во-первых, дроны осуществляют мониторинг посадок. При этом они способны выполнять следующие операции: аэрофотосъемку, видеосъемку, 3D-моделирование, тепловизионную съемку, лазерное сканирование [5].

Изображения, полученные с помощью беспилотных воздушных систем, идентифицируют потенциальную проблему и сигнализируют работнику о том, чтобы он самостоятельно доехал до указанного местоположения для более тщательного осмотра [6–8]. Цифровой мониторинг садовых насаждений с помощью летательных аппаратов позволяет оперативно оценить санитарное состояние насаждений, получить информацию о заболеваемости кроны деревьев (рис. 2). Также можно в режиме онлайн оценить урожайность плодовых культур [9].

Одним из главных преимуществ использования технологии дронов является простота и эффективность крупномасштабного мониторинга посевов и сельскохозяйственных площадей. В прошлом, чтобы получить крупномасштабное изображение фермы и обнаружить потенциальные



Рис. 1. Внешний вид дрона



Рис. 2. Анализ заболеваемости листьев

проблемы, использовались фотографии, сделанные со спутника или самолета. Однако эти фотографии были дорогостоящими и не могли гарантировать такую же степень точности изображения, какую предлагают дроны [2]. Вдобавок, хотя спектральный анализ полей можно делать из космоса, но с этим есть определенные проблемы (оперативность таких съемок и облачность), спутник сложно заставить летать и фотографировать исключительно нужные поля в нужное время [10].

Во-вторых, дроны могут использоваться для борьбы с вредителями и болезнями.

Например, в Японии создан Agri Drone, который борется с вредителями, ведущими ночной образ жизни. Беспилотник совершает вылет в ночное время суток, в автоматическом режиме, при помощи инфракрасных и тепловых камер он определяет места с повышенной численностью насекомых и уничтожает их небольшими дозами инсектицида. Также беспилотник может применять светоловушки. Agri Drone способен автономно патрулировать, обнаруживать и уничтожать 50 различных видов вредных насекомых [11]. Японский беспилотник Skyrobot защищает участки от диких животных. С помощью камеры с ИК-датчиком и системы с искусственным интеллектом он выявляет приближающихся к полям животных и отпугивает их с помощью высокочастотного сигнала или звуков разрыва петард [12]. Китайская фирма DJI в конце 2017 г. представила БПЛА сельскохозяйственного назначения MG-1S Advanced с системами, повышающими эффективность и точность работы дрона. Они уже работают в садах на севере Китая, в провинции Шаньси. За 10 мин проводят обработку всего садового участка и работают в 15 раз быстрее фермеров. Ежедневно оператор может обрабатывать пестицидами площадь около 40 га [4, 13].

Одним из первопроходцев в использовании дронов в России является компания Bonduelle. Ее специалисты используют дроны при выращивании органических овощей. На полях площадью 10 тыс. га в Краснодарском крае четыре робота (один дрон способен разово обработать 50 га)

распыляют насекомых-хищников, которые уничтожают вредителей [14]. Исследовательская группа из Университета штата Вашингтон разработала автоматизированную беспилотную систему, которая удерживает вредителей, таких как вороны или европейские скворцы, от поедания винограда и других культур. Птиц мог отпугнуть шум дрона, но исследователи также могли включить сигналы бедствия и звуки хищных птиц [15].

Если требуется, дрон может обрабатывать проблемные участки средствами защиты растений [10]. Их преимущество состоит в способности осуществлять точечное опрыскивание. Такой подход позволяет фермерам обрабатывать только больные растения, исключая попадание химикатов на остальной урожай [5].

Возможно, в будущем дроны будут применяться для борьбы с вредителями, используя мало-мощные лазеры, убивающие насекомых-вредителей в полете [6, 16].

В-третьих, лазеры дронов могут быть использованы с целью прореживания цветков яблони или плодов для точного управления нагрузкой урожая. Доцент кафедры садоводства Грег Пек, Virginia Tech (США) называл это «прореживанием с лазерным наведением» (цит. по [6, 16]).

В-четвертых, дроны можно применять для посева семян.

Посев семян с помощью дронов практикуется сравнительно недавно и еще не получил широкого распространения, однако некоторые компании ставят эксперименты, высевая семена растений с помощью беспилотников. По сути, производители экспериментируют со специфическими системами, которые запрограммированы разбрасывать семена в подготовленную почву [2].

Молодые компании по производству БПЛА сыграли важную роль в разработке уникальных технологий, призванных решить целый ряд проблем в сфере экологии и сельского хозяйства. Например, компания «Дронсид» (DroneSeed) использует беспилотный летательный аппарат, способный поднимать полезную нагрузку массой 57 фунтов/полет в виде семян деревьев, гербицидов, удобрений и воды в целях лесовосстановления и пересадки растений. Эта технология помогает минимизировать необходимость в личном присутствии для посадки растений в выбранной местности [2].

Примером также может служить БПЛА от компании BioCarbon Engineering – дрон для посадки деревьев. Он оснащен специальным модулем для «выстрела» семенами один раз в секунду. Установлено, что пара операторов сможет, таким образом, посадить около 100 тыс. деревьев в день [17].

В-пятых, дроны могут орошать места, где не хватает влаги, их можно программировать для выявления засохших участков земли, которые они потом будут поливать. В связи с тем что дрон может поднимать вес не более 200 кг, поливы совершаются только точно [10, 18].

В-шестых, дроны могут вносить удобрения [18]. Примером является DJI Agras MG-1S – дрон, применяемый для распыления пестицидов и удобрений (рис. 3) [17].

В-седьмых, дроны используются для опыления растений. Особенно актуальным это становится в связи с массовой гибелью пчел.



Рис. 3. Дрон DJI Agras MG-1S

Впервые вымирание пчел в количестве, превышающем естественную гибель, было зафиксировано во второй половине XX в., к концу века этот процесс ускорился. В 1990-е годы пасечники начали замечать массовые исчезновения медоносных пчел, особенно в зимние месяцы. С 2006 г. исчезновение пчел происходит в небывалых масштабах. Этот феномен получил название «синдром разрушения пчелиных семей» (CCD, colony collapse disorder). Только в 2015 г. на территории США погибло примерно 40 % пчелиных колоний, в Европе их число упало на 12 % [19].

В качестве главной причины гибели медоносных пчел Всемирный фонд защиты пчел приводит интенсивное применение в борьбе с вредителями ядохимикатов и пестицидов, которые наносят смертельный вред популяции пчел. Помимо этого, у пчел нет иммунитета к появившимся из-за глобального потепления паразитам и опасным болезням, от которых пока не найдено лечение [19].

По расчетам некоторых ученых-пчеловодов, если такая тенденция сохранится, то к 2040 г. эти уникальные насекомые могут исчезнуть совсем [20].

Вымирание пчел является глобальной экологической катастрофой [21]. Безусловно, для людей в питании очень важен мед, но не все знают, что пчелы вносят важный вклад в обеспечение продовольственной безопасности и питания, устойчивость сельскохозяйственного поддержания окружающей среды и экосистем в здоровом состоянии, сохранение биоразнообразия благодаря тому, что могут бесплатно опылять многие растения. Существование цветковых растений органически связано с насекомыми, в основном пчелами. Дальнейшая судьба таких продуктов, как яблоки, персики, гранаты, вишня, черешня, арбузы, дыни и другие, полностью зависит от пчел [20]. По информации Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), из 100 видов сельскохозяйственных культур, которые обеспечивают 90 % продовольствия на планете, более 70 % опыляются пчелами [21].

Примером использования дрона для опыления является Dropcopter – дрон для рассеивания собранной пыльцы. Дрон для опыления работает так же, как и для получения изображений, – он следует заранее заданному плану полета, имеет контроллер для управления и анализа с возможностью настройки скорости опыления культуры для достижения определенных параметров. Беспилотники летают вверх и вниз по рядам на высоте около 3 м над пологом дерева и могут обрабатывать от 8 до 10 га в час, а полеты обычно занимают около 25 минут. Сама пыльца содержится в запатентованном устройстве, которое рассеивает пыльцу из дрона. Команда Dropcopter протестировала свою инновацию на деревьях миндаля, яблони, вишни и груши (рис. 4) [17, 22].

В-восьмых, дроны могут осуществлять анализ состояния почвы. С помощью камер, установленных на дронах, анализируется состояние почвы на различных участках и определяется целесообразность посадки семян [23].

Потребление БПЛА растет и становится все более популярным в коммерческих приложениях, причем сельское хозяйство, вероятно, будет одним из крупнейших пользователей технологии беспилотных летательных аппаратов [24].



Рис. 4. Dropcopter

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время широкое распространение в сельском хозяйстве получили дроны. Они способны функционировать автономно и могут быть запрограммированы для полета по определенному графику и маршруту. Их можно оборудовать большими резервуарами, которые могут быть заполнены удобрениями, гербицидами или пестицидами. Кроме того, дроны часто применяются для мониторинга посадок. Преимущества этой техники: работает в воздухе и не зависит от рельефа, отдаленное управление и избегание контакта с пестицидами, высокая эффективность и низкая стоимость. Среди стран, где сейчас происходит активное использование сельскохозяйственных беспилотников, можно выделить США, Китай, Японию, Бразилию, страны ЕС.

Потребление беспилотных летательных аппаратов растет и становится все более популярным в коммерческих приложениях, причем сельское хозяйство, вероятно, будет одним из крупнейших пользователей технологии беспилотных летательных аппаратов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барсаева, Д. Х. Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве / Д. Х. Барсаева // Роль инноваций в трансформации современной науки : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., Челябинск, 17 нояб. 2019 г. / отв. ред. А. А. Сукиасян. – Уфа, 2019. – Ч. 2. – С. 88–92.
2. Дроны в сельском хозяйстве: как беспилотники совершили революцию в сфере сельскохозяйственных работ и как войти на этот быстро развивающийся рынок? [Электронный ресурс] // Skymec. – 2020. – 16 июня. – Режим доступа: <https://skymec.ru/blog/drone-use-cases/agricultural-drones-use/drony-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 08.11.2022.
3. Бойко, А. Опрыскивание растений с беспилотников [Электронный ресурс] / А. Бойко // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopeedia/opryskivanie-rasteniy-s-besplotnikov>. – Дата доступа: 08.11.2022.
4. Васильченко, А. В. Инновации и цифровизация в защите растений / А. В. Васильченко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 61 (1). – С. 161–172.
5. Беспилотники в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Геомир. Современные технологии для агробизнеса. – 2019. – 02 дек. – Режим доступа: <https://www.geomir.ru/publikatsii/besplotniki-v-selskom-khozyaystve/>. – Дата доступа: 08.11.2022.
6. Карпушина, М. В. Применение современных цифровых технологий в садоводстве / М. В. Карпушина, Д. Э. Руссо // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2019. – № 57 (03). – С. 95–108.
7. Rejcek, P. The farms of the future will be automated from seed to harvest [Electronic resource] / P. Rejcek // Singularity Hub. – 2017. – Oct. 30. – Mode of access: <https://singularityhub.com/2017/10/30/the-farms-of-the-future-will-run-on-ai-and-robots/>. – Date of access: 08.11.2022.
8. Kite-Powell, J. How Sensors, robotics and artificial intelligence will transform agriculture [Electronic resource] / J. Kite-Powell // Forbes. – 2017. – Mar. 19. – Mode of access: <https://www.forbes.com/sites/jenniferhicks/2017/03/19/how-sensors-robotics-and-artificial-intelligence-will-transform-agriculture/?sh=a863d384ba89>. – Date of access: 08.11.2022.
9. Измайлов, А. Ю. Цифровые агротехнологии в системе «Умный сад» / А. Ю. Измайлов, И. Г. Смирнов, Д. О. Хорт // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 6. – С. 33–39.
10. Олехнович, В. Дрон вместо тракториста. Посмотрели на сельскохозяйственный беспилотник в действии [Электронный ресурс] / В. Олехнович ; фото: М. Тарналицкий // Onliner. – 2021. – 22 окт. – Режим доступа: <https://tech.onliner.by/2021/10/22/agrarnye-drony>. – Дата доступа: 08.11.2022.
11. Hardiman, M. Japan's pest-zapping drone [Electronic resource] / M. Hardiman // Atlas of the Future. – 2016. – July 19. – Mode of access: <http://atlasofthefuture.org/project/agri-drone/>. – Date of access: 08.11.2022.
12. Yano, S. Drones to protect farms from wildlife – and wildlife from us [Electronic resource] / S. Yano // Nikkei Asia. – 2017. – Oct. 11. – Mode of access: <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Drones-to-protect-farms-from-wildlife-and-wildlife-from-us/>. – Date of access: 11.09.2022.
13. Chen, S. China's pesticide drones 'a godsend' for struggling farmers amid labour shortage [Electronic resource] / S. Chen // South China Morning Post. – 2017. – Apr. 27. – Mode of access: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2091150/chinas-pesticide-drones-godsend-struggling-farmers-amid-labour>. – Date of access: 27.05.2022.
14. Цифровое развитие: все, что нужно знать о трансформации бизнеса [Электронный ресурс] // СБЕР Про. – 2022. – 21 окт. – Режим доступа: <https://sber.pro/publication/czifrovoe-razvitie-vsyo-chto-nuzhno-znat-o-transformaczii-biznesa>. – Дата доступа: 08.11.2022.
15. Agricultural drone [Electronic resource]. – Mode of access: https://en.wikipedia.org/wiki/Agricultural_drone. – Date of access: 22.11.2022.
16. Карпушина, М. В. Возможности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве / М. В. Карпушина, А. И. Дрыгина // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия : сб. ст. / Сев.-Кавк. федер. науч. центр садоводства, виноградарства, виноделия ; редкол.: Е. А. Егоров (гл. ред.) [и др.]. – Краснодар, 2019. – Т. 26. – С. 200–204.
17. Бережнов, Н. Н. Обзор применения технологических модулей на основе беспилотных летательных аппаратов / Н. Н. Бережнов, Н. В. Дуничев // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы : ма-

териалы III Нац. науч.-практ. конф., Кемерово, 30 дек. 2019 г. / М-во сел. хоз-ва РФ, Департамент сел. хоз-ва и перераб. пром-сти Кемер. обл., Кузбас. гос. с.-х. акад. – Кемерово, 2019. – С. 72–80.

18. Буча, Д. В. Возможности использования дронов в сельском хозяйстве / Д. В. Буча, О. Л. Бушейко // Наука – практике : материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 15 мая 2020 г. : в 2 ч. / Баранович. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Климук (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи, 2020. – Ч. 1. – С. 97–99.

19. Драчев, В. Вымирание пчел. Причины и пути решения проблемы [Электронный ресурс] / В. Драчев // Информ. агентство ТАСС. – 2019. – 5 авг. – Режим доступа: <https://tass.ru/info/6734318>. – Дата доступа: 25.10.2022.

20. Безверхов, А. П. Экологические проблемы по защите пчел / А. П. Безверхов, З. К. Саидова // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : II Междунар. науч.-практ. интернет-конф., Солоное Займище, 28 февр. 2017 г. / Прикасп. науч.-исслед. ин-т арид. земледелия ; сост. Н. А. Щербакова. – Солоное Займище, 2017. – С. 1563–1565.

21. Кузьмина, В. А. Влияние антропогенных факторов на жизнедеятельность пчел / В. А. Кузьмина, Е. С. Мельник // Безопасность городской среды : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Омск, 17–19 нояб. 2021 г. / Ом. гос. техн. ун-т ; редкол.: Г. Г. Байкенова, Е. В. Филатова ; под общ. ред. Е. Ю. Тюменцевой. – Омск, 2022. – С. 181–184.

22. Эфендиева, А. А. Перспективы использования беспилотных устройств в решении прикладных задач в сельскохозяйственной отрасли / А. А. Эфендиева, О. З. Загазежева // Изв. Кабард.-Балк. науч. центра Рос. акад. наук. – 2019. – № 4 (90). – С. 54–59.

23. Глазунова, Н. П. Беспилотные системы в АПК / Н. П. Глазунова, Т. А. Марынова, Р. Н. Бахтиев // Аграр. конф. – 2019. – № 4 (16). – С. 15–20.

24. Агрокультура 4.0: синергия системы – систем, онтологии, интернета вещей и космических технологий / В. П. Куприяновский [и др.] // Intern. J. of Open Inform. Technologies. – 2018. – Vol. 6, № 10. – С. 46–67.

DRONES IN AGRICULTURE

A. A. ZMUSHKO, A. V. KIRCHENKO

Summary

At present drones have become widespread in agricultural industry. Drones are robots, a distinctive feature of which is flight ability. They present copters with 4, 6, 8 screws. Drones used in agriculture are sometimes called agro-drones. In agricultural industry they can perform a number of functions: 1) planting monitoring (while being able to carry out the following actions: aerial photography, video filming, 3D modeling, thermal imaging shooting, laser scanning); 2) pests and diseases control; 3) flowers or fruits thinning; 4) seed planting; 5) irrigation of places that lack moisture; 6) fertilizers application; 7) pollination of plants; 8) analysis of the soil conditions.

Keywords: drones, agro-drones, copter, unmanned aerial vehicles, planting monitoring.

Поступила в редакцию 23.03.2023