

УДК 62-1/-9

Ли Лю¹

А.А. Ким²

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса
Владивосток. Россия

Применение дронов в сельском хозяйстве Китая*

В статье рассматривается проблема разноцелевого применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в области сельского хозяйства в последние годы на территории Китая. Проблемы ограниченной выносливости и дальности связи, высокой стоимости использования и низкой безопасности, а также перспективы возможных потенциальных применений служат ориентиром для применения БПЛА в сельском хозяйстве. Целью работы является описание проблем использования дронов в Китае. Основным методом исследования является описательный метод. Новизна статьи заключается в использовании материалов на китайском языке, ранее неизвестных российской науке. Результаты работы изложены в выводах о специфике использования БПЛА в сельском хозяйстве.

Ключевые слова и словосочетания: дрон, сельское хозяйство, Китай, применение, перспектива.

Li Liu

A.A. Kim

Vladivostok State University of Economics and Service
Vladivostok. Russia

¹ Ли Лю – магистрант второго года обучения, кафедра международных отношений и права; e-mail: liliu0306@gmail.com

² Ким Александр Алексеевич – доцент, кафедра международных отношений и права; e-mail: Aleksandr.Kim@vvsu.ru

* Публикация осуществлена в рамках I Дальневосточного международного форума «Роботы заявляют о своих правах: доктринально-правовые основы и нравственно-этические стандарты применения автономных роботизированных технологий и аппаратов». Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 19-011-20072.

Toward the question about using drone in agriculture of China

In this article was considered problem of using UAV in the field of agriculture at last years in the territory of China with different goals. Problem of limited durability and communication range, high-level cost and low-level safely and perspectives of the possible potential using served as reference point for using UAV in the fields of agriculture. The goal of this work is description of problems of using drone in China. Main method of research is descriptive method. Novelty of article consists of using materials in Chinese, which was unknown for Russian science. Results of work are present conclusion about specifics of using UAV in the agriculture.

Keywords: drone, agriculture, China, using, perspective.

Введение. Дрон обычно упоминается в литературе как БПЛА, который представляет собой беспилотный летательный аппарат, управляемый радиооборудованием и собственным программным устройством [4]. В последние годы развитие беспилотных летательных аппаратов движется высокими темпами, во многом благодаря научному прорыву и эффективности технологий. Этот процесс учитывает разные возможности беспилотных летательных аппаратов и гибкое, удобное и быстрое управление, поэтому беспилотники применяются во многих областях сельского хозяйства и постепенно становятся более совершенными. Новый тип машин сельскохозяйственного производства широко используется на практике. Это еще больше способствует развитию сельскохозяйственной информатизации и точности.

Основной моделью сельскохозяйственных беспилотных машин является беспилотный летательный аппарат. Он, по сути, является платформой для достижения различных сельскохозяйственных целей путем размещения разнообразных прикладных модулей. Например, беспилотный летательный аппарат, оборудованный модулем распыления пестицидов, обычно называют «беспилотником для защиты растений». А беспилотный аппарат, оснащенный устройством визуализации, является «обсерваторией дистанционного зондирования».

В 1987 году министерство сельского хозяйства Японии заказало компании Yamaha первый в мире сельскохозяйственный беспилотник R50. В настоящее время в Японии зарегистрировано 2346 сельскохозяйственных дронов. Таким образом, Страна восходящего солнца стала государством, где больше всего используются сельскохозяйственные беспилотники для опрыскивания полей. С 2008 года технологию применения на малых высотах и в малых объемах однороторных БПЛА изучает и Китай. В январе 2013 года в городе Санья (провинция Хайнань) был создан Альянс инновационных технологий в сельскохозяйственной авиационной промышленности для создания платформы технического обмена. Эта организация включает в себя университеты, научно-исследовательские институты и предприятия, которые в основном занимаются исследованиями в области смежных технологий и продуктов для содействия всестороннему применению сельскохозяйственных дронов. Но текущее исследование этих машин все еще находится в зачаточном состоянии.

Мониторинг и наблюдение. Используя конфигурации цифровых камер, можно получать высокую четкость изображения, используя мультиспектральные и гиперспектральные инструменты, тепловизионные камеры, различные датчики и другое профессиональное оборудование для съемки изображений на дронах. Данные, полученные с помощью дистанционного зондирования на малых высотах и с высоким разрешением, можно анализировать, обрабатывать и применять к сельскохозяйственным культурам. В результате можно получить оценку роста и здоровья растений, сделать прогноз урожайности и оценку масштаба стихийных бедствий, выявить и предупредить появление вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, провести экологический мониторинг роста сельскохозяйственных культур, измерение земельных ресурсов, осуществлять управление животноводством, выявление болезней домашнего скота и птицы.

В 2002 году НАСА использовала цветной мультиспектральный имиджсканер с высоким разрешением для фотографирования зоны посадки компании Kauai Coffee Company. Эта машина передавала полученные изображения на компьютер в режиме реального времени для уточнения данных и анализа ситуации, что позволило выявить резкие всплески роста травы, подверженность аномалиям орошения и удобрения. Испанские исследователи использовали беспилотные летательные аппараты в целях перевозки спектроскопического оборудования для обнаружения содержания каротина в листьях в спектральной области 400–800 нм.

Мультиспектральная камера проанализировала расположение сорняков в кукурузных полях и выявила структуру расширения сети сорной травы. Оценочный анализ изображения площадей сорняков показал удовлетворительные результаты. Французским ученым Амели Кикерес использовались беспилотные летательные аппараты для мониторинга почвы сельскохозяйственных угодий. Выяснилось, что влияние характеристик полевой поверхности на окружающую среду позволяет по-новому взглянуть на описание структуры почв и анализ эрозии почв возделанных склонов холмов [3]. В 2013 году почтовая система Жозе Мануэля Пены использовала беспилотники для переноса грузов в ближнем инфракрасном диапазоне.

В Китае обратили внимание на эти исследования. Ли Бинг и другие китайские ученые использовали беспилотник, оборудованный мультиспектральными камерами, для мониторинга площадей озимой пшеницы в качестве объекта исследования. Гао Хуэй и другие ученые применили беспилотные летательные аппараты и спектрометры для визуализации. Была создана демонстрация разработки и применения платформы спектрального дистанционного зондирования низкоуровневой визуализации сельскохозяйственных культур, получила развитие прикладная модель, основанная на информации гиперспектрального дистанционного зондирования с малой высоты. Одновременно была разработана модель инверсии дистанционного зондирования спектрометра визуализации при стихийных бедствиях. Ли Юмей и Цинхайское провинциальное бюро геологии и разведки полезных ископаемых провели работу «Аэрофотосъемка БПЛА в работе по сбору и подтверждению прав на сельские земли». Цель – использовать приложение

«мониторинг и наблюдение» беспилотных летательных аппаратов для решения проблемы мониторинга земель, полученных неправовыми способами [5].

Администрация Хух-хото района Внутренней Монголии и Северо-Западный университет A&F работали с беспилотными летательными аппаратами для перевозки экспериментального оборудования, связанного с получением информации о влажности почвы и содержании влаги в сельскохозяйственных культурах в двух испытательных зонах. Это позволило расширить область автоматизации ирригационных зон и их направления.

Сельскохозяйственные производственные операции. Устанавливая высокоточные позиционеры, роботизированные руки и другие рабочие устройства на дроне, люди делают его трехмерным мобильным роботом, способным выполнять различные сельскохозяйственные задачи. Современные способы его применения включают в себя: полевые посадки, распыление полевого удобрения для защиты растений, полевое опыление, поверхностное питание посевов, осмотр объекта и т.д. С 1990-х годов Япония начала использовать беспилотные вертолеты для борьбы с вредителями и болезнями полевых культур, фруктовых деревьев и овощей. В последние годы использование беспилотных летательных аппаратов для растений было небольшим из-за сравнительно малого объема применения, невысокой эффективности работы и меньшего применения пестицидов. Однако осознание преимуществ дронов приводит к расширению их использования в Японии.

В Китае (провинция Шаньдун) используются беспилотники для контроля тли, эффективно сдерживая распространение этого вредителя в пшенице и кукурузе. Практика КНР и других стран показала, что использование беспилотников для операций по защите растений может значительно повысить эффективность работы, поскольку не надо будет неоднократно дробить почву, наносить вред посевам. Применение этих аппаратов также улучшит эффективное использование пестицидов и в определенной степени сократит трудозатраты [7].

DroneSeed, компания по запуску беспилотных летательных аппаратов в Орегоне, разработала высокоскоростной посевной беспилотник, который использует сжатый воздух для посева семян в почву. Это оборудование было применено для лесовосстановления на северо-западе США. Такая работа повысила эффективность работ по лесному хозяйству.

Недостатки БПЛА в сельском хозяйстве. Выносливость и ограниченная дальность связи. Обычно используемые сельскохозяйственные дроны зависят от веса фюзеляжа и вспомогательных компонентов. Общее время их автономной работы составляет от 20 до 60 мин. Дальность рабочего пространства варьируется от 0,5 до 15 км в зависимости от модуля связи. Беспилотный летательный аппарат DMC M200 имеет максимальную нагрузку 2 кг, радиус управления связью составляет 7 км, а максимальное время полета – всего 38 минут, что свидетельствует о недостаточной выносливости дрона с нагрузкой. Например, при низкой нагрузке сельскохозяйственного беспилотника, оснащенного только оборудованием для получения изображений, максимальное время автономной работы составляет, как правило, не более 60 минут. Поскольку БПЛА в сельскохозяйст-

венной промышленности работают в широком диапазоне, их несущая способность слишком мала, срок службы батареи слишком короткий, а диапазон связи настолько узок, что приводит к снижению практической результативности.

Высокая стоимость использования. В соответствии с конфигурацией платформы дроны можно разделить на беспилотники с неподвижным крылом, беспилотники с вращающимся крылом, беспилотные дирижабли, машины с размахом крыльев и дроны с взмахами крыльев. БПЛА, используемые в сельскохозяйственном производстве, обычно используют два типа неподвижных крыльев и роторов. Цена варьируется от 50000 до 400 000 юаней в зависимости от функций. При такой цене самоокупаемость дрона не является очевидной. И каждый беспилотник должен быть под контролем профессионала для управления полетом. Согласно статистическим данным стоимость работы специалиста для беспилотника по защите сельскохозяйственных растений составляет около 12 юаней / 667 кв. м, ежегодное рабочее время составляет около 0,5 года, а годовые затраты на рабочую силу – около 300 000–400 000 юаней. Поэтому по сравнению с традиционной техникой использование беспилотников в сельскохозяйственном производстве значительно увеличило расходы на заработную плату. Кроме того, интенсификация сельского хозяйства Китая и его масштабы невелики, а производство сельскохозяйственных культур относительно разбросано по регионам [6]. Влияние различных факторов сильно затрудняло применение и продвижение сельскохозяйственных дронов.

Недостаточная безопасность. Отсутствие безопасности в основном объясняется проблемами процесса полета, которые зависят от погодных условий и высоты. Беспилотный летательный аппарат Wingtra компании Beijing Tianlifa обладает способностью взлетать и приземляться вертикально, его сопротивление ветру составляет 5–6, он может противостоять определенной степени плохой погоды. Противостояние суровым условиям окружающей среды – ключевая характеристика сельскохозяйственных беспилотников. Однако при его посадке может легко произойти большое отклонение от ожидаемого места из-за влияния ветра. Суровые условия труда сильно влияют на эффективность полетов сельскохозяйственных беспилотников. Кроме того, при их использовании необходимо учитывать географическую среду, например, не должно быть никаких препятствий, таких, как высотное строительство, высоковольтные электрические вышки, электрические опоры и т.д. Существует множество ограничений на взлет и посадку дронов, что привело к их ограниченному применению в сельском хозяйстве. Кроме того, сельскохозяйственные беспилотники на внутреннем рынке имеют определенное отставание с точки зрения ключевых технологий, надежности и простоты эксплуатации.

Прикладные исследования. В перспективе беспилотники для защиты растений будут комбинироваться с крупномасштабным наземным механизированным оборудованием для защиты растений, чтобы сформировать трехмерную модель защиты растений с дополнительными преимуществами с воздуха и земли [1]. В области качества и безопасности сельскохозяйственной продукции БПЛА могут использоваться для получения информации о безопасности сельскохозяй-

ственной продукции на большой территории в течение короткого периода времени. Например, БПЛА осуществляют сбор данных о наличии тяжелых металлов в режиме реального времени на большой площади с помощью измерительного оборудования для аквакультуры. Так можно контролировать качество воды. В области электронной торговли сельскохозяйственной продукцией БПЛА можно использовать для сбора и публикации информации о процессе производства сельскохозяйственной продукции в режиме реального времени. Также эти аппараты могут применяться для реализации новой модели электронной торговли сельскохозяйственной продукцией, основанной на прямом эфире, дистанционном заказе и торговле образцами, которая играет положительную роль в продвижении электронной коммерции B2B для оптовых сельскохозяйственных продуктов [2].

Заключение. Благодаря комплексному анализу применения беспилотников в сельском хозяйстве нетрудно понять, что они играют важную роль в развитии аграрного сектора. В то же время применение БПЛА в сельском хозяйстве в стране и за рубежом концентрируется на защите сельскохозяйственных растений и редко используется в других аграрных областях, особенно в научных исследованиях, безопасности качества сельскохозяйственной продукции и электронной торговле. Ожидается, что в будущем применение БПЛА в сельском хозяйстве неизбежно будет распространяться на все виды сельского хозяйства, обеспечивая более благоприятную техническую поддержку для современного «умного» аграрного сектора.

В Приморском крае также проявляется интерес к использованию БПЛА в сельском хозяйстве. Определенное влияние на этот процесс оказывает сравнительно успешное использование в соответствующей области дронов в Китае. Но, к сожалению, пока это направление слабо развито – в 2018 году только один раз было зафиксировано использование беспилотника в сельском хозяйстве Приморского края, а в этом году не было отмечено ни одного случая применения БПЛА в аграрном секторе региона.

1. Ван Инкуань. Опубликована новая книга профессора Хе Юна «Технология БЛА для сельского хозяйства и ее применение» // Технология сельскохозяйственного машиностроения, 2018. С. 619–623. 王应宽;何贤教授的新书《农业无人机技术及其应用》出版[J];农业工程技术, 2018. С. 619–623.
2. Ву Ецин, Ю Кай, Ин Сянвэй, Линь Чжицзян, Ву Цяолин, Чжао Юньфэй, Ву Цие. Исследование тенденции развития технологии распылительных дронов на основе патентной карты // Мировое сельское хозяйство. 2016. №12(3). С. 716–719. 吴业新;于凯;应祥伟;林志江;吴巧林;赵云飞;吴杰, 基于专利地图的喷雾无人机技术发展趋势研究[J];北京交通大学学报(自然科学版)世界农业. 2016. №12(3). С. 716–719.
3. Ли Ибо, Сонг Шуси. Управление наведения на четырехроторном беспилотнике PID на основе нечеткой самонастройки // Control Engineering. 2013. № 9, 20 (5). С. 910–914. 李一波, 宋述锡.基于模糊自整定PID四旋翼无人机悬停控制.控制工程. 2013. № 9, 20 (5). С. 910–914.

4. Ли Цинси. Исследования по проектированию и контролю устойчивости самолета-квадротора // *Аэрокосмические новости Китая* Пекин: Университет науки и технологий Китая. 2011. №5. С. 357–362. 李庆霁. 四旋翼飞行器设计与稳定控制研究. 北京: 中国科技大学. 2011. №5. С. 357–362.
5. Не Боуэн. Исследование алгоритма моделирования и управления микроминиатюрным четырехроторным беспилотным вертолетом // *Наука и техника* ежедневно. Чанша: Национальный университет оборонных технологий. 2006. №11. С. 113–205. 聂博文. 微小型四旋翼无人机直升机建模及控制算法研究. 长沙: 国防科技大学. 2006. №11. С. 113–205.
6. Чен Ю, Фу Гуйзэн, Лин Фэн, Вэй Ливэй, Зоу Гаитиан, Ван Цунь. Состояние применения и перспективы применения технологии БПЛА в сохранении почвы и воды // *Haihe Water Resources*. 2018. №3(2). С. 528–533. 陈瑜; 傅贵岑; 林枫; 魏立伟; 邹改天; 王存; 无人机技术在水土保持中的应用现状和应用前景[J]; 海河水资源. 2018. №3(2). С. 528–533.
7. Чжу Сяопин, Чжоу Чжоу. Раздаточный материал о современном дизайне систем беспилотного летательного аппарата // *Новости национальной обороны Китая*. 2012. №7. С. 365–372. 祝小平 周洲, 现代无人机系统设计讲义. 2012. №7. С. 365–372.
8. Nohmi M., Bock T. Contact task by force feedback teleoperation under communication time delay. *Human-robot interaction*. Ed. by Nilanjan Sarkar, Itech Education and Publishing, Vienna, Austria, 2007.

Транслитерация

1. Van Inkuan'. Opublikovana novaya kniga professora He YUna «Tekhnologiya BLa dlya sel'skogo hozyajstva i ee primenenie» // *Tekhnologiya sel'skohozyajstvennogo mashinostroeniya*, 2018. S. 619–623. 王应宽; 何贤教授的新书 《农业无人机技术及其应用》出版[J]; 农业工程技术. 2018. S. 619–623.
2. Vu Ecin, YU Kaj, In Syanvej, Lin' CHzhiczyan, Vu Syaolin, CHzhao YUn'fej, Vu Cie. Issledovanie tendencii razvitiya tekhnologii raspylitel'nyh dronov na osnove patentnoj karty // *Mirovoe sel'skoe hozyajstvo*. 2016. №12(3). S. 716–719. 吴业新; 于凯; 应祥伟; 林志江; 吴巧林; 赵云飞; 吴杰, 基于专利地图的喷雾无人机技术发展趋势研究[J]; 北京交通大学学报(自然科学版)世界农业. 2016. №12(3). S. 716–719.
3. Li Ibo, Song SHusi. Upravlenie navedeniya na chetyrehrotornom bespilotnike PID na osnove nechetkoj samonastrojki // *Control Engineering*. 2013. № 9, 20 (5). S. 910–914. 李一波, 宋述锡. 基于模糊自整定PID四旋翼无人机悬停控制. 控制工程. 2013. № 9, 20 (5). S. 910–914.
4. Li Cinsi. Issledovaniya po proektirovaniyu i kontrolyu ustojchivosti samoleta-kvadratora // *Aerokosmicheskie novosti Kitaya Pekin: Universitet nauki i tekhnologij Kitaya*. 2011. №5. S. 357–362. 李庆霁. 四旋翼飞行器设计与稳定控制研究. 北京: 中国科技大学. 2011. №5. S. 357–362.
5. Ne Bouen. Issledovanie algoritma modelirovaniya i upravleniya mikrominiatyurnym chetyrehrotornym bespilotnym vertoletom // *Nauka i tekhnika ezhednevno*. CHansha: Nacional'nyj univeritet oboronnyh tekhnologij. 2006. №11. S. 113–205. 聂博文. 微小型四旋翼无人机直升机建模及控制算法研究. 长沙: 国防科技大学. 2006. №11. S. 113–205.

6. Chen Yu, Fu Gujzen, Lin Fen, Vej Livej, Zou Gaitian, Van Cun'. Sostoyanie primeneniya i perspektivy primeneniya tekhnologii BPLA v sohranении pochvy i vody // Haihe Water Resources. 2018. №3(2). S. 528–533. 陈瑜; 傅贵岑; 林枫; 魏立伟; 邹改天; 王存; 无人机技术在水土保持中的应用现状和应用前景[J];海河水资源. 2018. №3(2). S. 528–533.
7. Chzhu Syaopin, Chzhou Chzhou. Razdatochnyj material o sovremennom dizajne sistem bespilotnogo letatel'nogo apparata // Novosti nacional'noj oborony Kitaya. 2012. №7. S. 365–372 祝小平 周洲, 现代无人机系统设计讲义.2012. №7. S. 365–372.

© Ли Лю, 2019

© А.А. Ким, 2019

Для цитирования: Ли Лю, Ким А.А. Применение дронов в сельском хозяйстве Китая // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2019. Т. 11, № 4. С. 54–61.

For citation: Li Liu, Kim A.A. Toward the question about using drone in agriculture of China, *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University of Economics and Service*, 2019, Vol. 11, № 4, pp. 54–61.

DOI dx.doi.org/10.24866/VVSU/2073-3984/2019-4/054-061

Дата поступления: 29.11.2019.