

руют навыки создания конструкторской документации, что становится важным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

В дальнейшем в учебе студенты активно пользуются освоенными программами компьютерного 3D-моделирования при изучении других инженерных дисциплин.

Знание и использование компьютерных технологий по графическим дисциплинам в сочетании со знаниями по специальности становится важным условием качественного обучения и подготовки будущих специалистов.

Литература

1. Зелёный, П.В. Компьютерное моделирование геометрии движения пахотного агрегата / П.В. Зелёный, О.К. Щербакова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 27 марта 2015 г., г. Брест, Республика Беларусь, г. Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2015. – 296 с.

УДК 631.3

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**
Еднач В.Н., к.т.н., Бондаренко Д.Н., Мельникова Н.Ю., Чучва В.А.
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Беспилотные летательные аппараты все большее распространение получают во многих сферах хозяйственной деятельности, и большинство специалистов воспринимают их не как игрушку, а как необходимый рабочий инструмент. В настоящее время программируемые беспилотные летательные аппараты или беспилотные авиационные системы получили формальное название дроны. В сельском хозяйстве технологически продвинутых стран, таких как США и Япония БПЛА применяются с 1990 года. В настоящее время благодаря снижению стоимости и большому количеству технологических решений дроны широко применяют фермеры Европы, Китая и Индии.

Как в России, так и в Беларуси применение БПЛА в сельском хозяйстве только получает свое развитие. Однако в лучшем случае оно сводится к видео мониторингу ситуации на полях, контроль работы персонала, поиску отбившихся от стада животных. Основной причиной препятствующей широкому применению БПЛА является сложность в управлении, конструкция аппаратов и самое главное рентабельность их применения. Поскольку дроны применяемые в сельском хозяйстве стран Европы, США, Японии и др. имеют стоимость от 15 до 100 тысяч долларов США [1], что сопоставимо со стоимостью штангового опрыскивателя. Рассматривая классификацию опрыскивателей по объёму вносимой жидкости: полнообъемные - на полевых культурах с дозами 300...600 л/га, на многолетних насаждениях – 800...2000 л/га; малообъемные с дозами 10...200 л/га, а многолетних насаждений – 100...500 л/га; ультрамалообъемные опрыскиватели вносят химикаты с дозами 1...5 л/га на полевых культурах и 5...25 л/га на многолетних насаждениях [2]. То беспилотные летательные аппараты могут быть отнесены к ультрамалообъемным опрыскивателям, что существенно сужает зону их применения в качестве машин для химической защиты растений и внесения удобрений. Однако применение дронов на мелкоконтурных полях и в условиях трудной доступности весьма актуально. В частности как пример - Японский дрон Yamaha R-Max разработанный совместно с Калифорнийским университетом (США) для опрыскивания садовых насаждений в условиях гористой местности. Дрон оснащен комбинацией электрического и бензинового двигателей, грузоподъемность до 28 кг при максимальной скорости движения 105 км/ч [1]. Модели дронов для внесения пестицидов и гербицидов приводимых от электрических двигателей имеют меньшую скорость к примеру дрон Agras MG-1 имеет взлетную массу 23,9 кг при собственной массе без батареи 9,7 кг время парения до 9

мин, рабочая скорость 7 с/м, что соответствует 25 км/ч. Учитывая то, что масса поднимаемого груза составляет около 10 кг, а сам дрон имеет 4 форсунки, он может составлять конкуренцию опрыскивателям в садах и труднодоступных районах [3].

Программное обеспечение современных дронов применяемых в сельском хозяйстве позволяет осуществлять картирование полей, урожайности и возможного поражения болезнями. Современные технологии применяемые на машинах для химической защиты растений позволяют по изменению цвета листы с учетом периода вегетации определить недостаток удобрений в почве и наличие болезней у растений. Камеры установленные на БПЛА фиксируют видео информацию которая привязывается с помощью систем GPS и Глонасс к соответствующей точке поля и по Wi-Fi передается на мобильное устройство оператора. Это позволяет составлять карту поля с высокой точностью определить оптимальную траекторию движения и производить локальное внесение удобрений или ядов.

По оценке Международной ассоциации беспилотных систем, 80% всех БПЛА в мире будут использоваться в сельском хозяйстве.

Однако следует отметить и значительные недостатки дронов. И прежде всего это малое время полета которое зависит от энергоносителя. У электрических дронов это объем аккумуляторной батареи, у БПЛА с приводом от ДВС это бензин. Решение данной проблемы требует применения более энергоемких и легких батарей. На данный момент оператор имеет при себе несколько батарей и по мере их разряда меняет на дроне. Ко второму недостатку БПЛА можем отнести высокую себестоимость работ, которая включает также оплату труда вызванную необходимостью использования высококвалифицированных операторов, программистов и механиков производящих обслуживание дрона. В противном случае, с учетом специфики работы и применяемых химикатов, при работе, и обслуживании БПЛА неквалифицированными специалистами приведет к поломке или неправильному функционированию аппарата.

Одной из основных задач, которую ставят перед собой разработчики дронов применяемых для химической обработки растений в сельскохозяйственном производстве, является стабильность капель химиката попадающего на растение. Поскольку размер капель у ультрамалообъемных опрыскивателей находится в интервале от 25 до 125 мкм то жизнь капли (время от выхода из сопла распылителя до полного испарения) очень мала и не все капли достигают растения. Порядка 20% жидкости испаряется при ультрамалообъемном опрыскивании в безветренную погоду и температуре 20 градусов Цельсия. Учитывая то, что дрон создает мощные турбулентные потоки, поднимающие его над поверхностью поля, то количество рабочего раствора достигающего растений значительно уменьшится. Таким образом, актуальным вопросом является не только разработка конструкций дронов и программного обеспечения но и форсунок распыляющих химикаты, положение их на раме и движение распыленной жидкости в воздушных струях воздуха. В заключение хотелось бы отметить то, что несомненно беспилотные летательные аппараты получат большое распространение в сельском хозяйстве Республики Беларусь поскольку новые технологии во всем мире позволяют фермерам экономить миллионы долларов и снижать себестоимость продукции.

Литература

1. 5 дронов, которые облегчают обработку полей, [Электронный ресурс]. – 13.03.2017. – Режим доступа : <https://aggeek.net/ru-blog/5-dronov-kotorye-oblegchayut-obrabotku-polej>. –Дата доступа : 12.09.2019.
2. Халанский В.М. Машины для химической защиты растений/ В.М. Халанский, И.В. Горбачев // Сельскохозяйственные машины : учебник для высших учебных заведений / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: КолосС, 2006. – С 215 – 216.
3. Платформа DJI Agras MG-1P RTK, [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <https://4vision.ru/products/platforma-dji-agras-mg-1p-rtk.html>. –Дата доступа : 12.09.2019.
4. Дашковский И. Робот над полем. Растущая потребность АПК в беспилотниках подталкивает ученых на разработку специализированных дронов для сельского хозяйства / И. Дашковский, И. Шивков // Агротехника и технологии. – 20.11.2017. - №6.